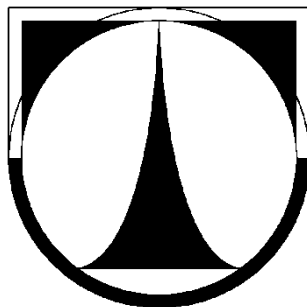


**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

**FAKULTA STROJNÍ**

**Katedra textilních a jednoúčelových strojů**



**ROZBOR ZÁMKOVÉ SOUSTAVY PLETACÍHO STROJE  
ELEKTROKAP S OHLEDEM NA LÁMÁNÍ KOLÉNEK  
OVLÁDACÍCH PLATIN**

**ANALYSIS OF THE CAM SYSTEM OF THE KNITTING  
MACHINE ELEKTROKAP WITH REGARD TO  
BREAKING BUTT OF THE CONTROL JACKS**

**KTS-M256**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Bc. Ondřej Hejnl**

**Květen 2013**

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

**FAKULTA STROJNÍ**

**Katedra textilních a jednoúčelových strojů**



**Program:** N 2301 Strojní inženýrství  
**Obor:** 2302 T010 Konstrukce strojů a zařízení  
**Zaměření:** Textilní stroje

**ROZBOR ZÁMKOVÉ SOUSTAVY PLETACÍHO STROJE  
ELEKTROKAP S OHLEDEM NA LÁMÁNÍ KOLÉNEK  
OVLÁDACÍCH PLATIN**

**ANALYSIS OF THE CAM SYSTEM OF THE KNITTING  
MACHINE ELEKTROKAP WITH REGARD TO  
BREAKING BUTT OF THE CONTROL JACKS**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Bc. Ondřej Heintl**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jaroslav Kopal, CSc.**

Konzultant diplomové práce: **doc. Ing. Martin Bílek, Ph.D.**

Počet stran: 49

Počet obrázků: 43

Počet příloh: 6

Počet výkresů: 19

**Květen 2013**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení	<b>Bc. Ondřej Heisl</b>
Studijní program	N 2301 Strojní inženýrství
Obor	<b>2302 T010 Konstrukce strojů a zařízení</b>
Zaměření	Textilní stroje

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje diplomová práce na téma:

**Rozbor zámkové soustavy pletacího stroje Elektrokap s ohledem na lámání kolínek ovládacích  
platin.**

Zásady pro vypracování:

(uveďte hlavní cíle diplomové práce doporučené metody pro vypracování)

1. Popište funkci stroje Elektrokap v závislosti na funkci zámkové soustavy.
2. Stanovte teoretickou hranici rychlosti posunu saní k elektronické volbě jehel.
3. Určete kritická místa zámkové soustavy s ohledem na spolehlivou funkci stroje.
4. Ověřte nutnost zdvojeného posuvu jehel při převěšování.
5. Navrhněte řešení pro zvýšení spolehlivosti činnosti zámkové soustavy.



Forma zpracování diplomové práce:

- průvodní zpráva: **35 stran formát A4**
- grafické práce: **Výkres sestavy nového uspořádání zámků, výrobní výkresy vybraných součástí.**

Seznam literatury (uveďte doporučenou odbornou literaturu):

Kopal J.; Pletařské, proplétací a splétací stroje 1 a 2 část, 2006, 2007, skripta TUL.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jaroslav Kopal, CSc.**

Konzultant diplomové práce: **doc. Ing. Martin Bílek, Ph.D.**



prof. Ing. Jaroslav Beran, CSc.

vedoucí katedry

doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.

děkan FS

V Liberci dne 29.10.2012

---

Platnost zadání diplomové práce je 15 měsíců od výše uvedeného data (v uvedené lhůtě je třeba podat přihlášku ke SZZ). Termíny odevzdání diplomové práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.



## **Prohlášení**

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60- školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinností informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem

Datum: 23.5. 2013

Podpis:

## **Declaration**

I have been notified of the fact that Copyright Act no121/2000 Coll. applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purpose of TUL.

If I use my thesis or grant a license for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL of this fact; in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount.

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledge source and on the basis of consultation with the head of the thesis and consultant.

Date: 23.5. 2013

Signature:

**Poděkování:**

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Ing. Jaroslavu Kopalovi za konzultace, odborné vedení a za čas, který mi věnoval a také konzultantovi diplomové práce doc. Ing. Martinovi Bílkovi za své rady a připomínky. Poděkovat chci i Ing. Martinovi Diblíkovi za jeho čas a pomoc s ovládáním pletacího stroje.

## **Rozbor zámkové soustavy pletacího stroje Elektrokap, s ohledem na lámání kolének ovládacích platin**

### **Anotace**

Cílem diplomové práce je popsání funkcí plochého pletacího stroje Electrocap v závislosti na pohybech zámkové soustavy. V důsledku lámání kolének platin při pletení jsou v zámkové soustavě určena kritická místa a navržena opatření, která mají lámání kolének zabránit. Součástí práce je také řešení nuceného pohybu uzavíracích platin. Dále je zkoumána možnost zvýšení rychlosti posuvu saní vzhledem k elektronické volbě jehel a možnost eliminace mimopracovních pohybů jehel při převěšování pleteniny.

**Klíčová slova:** plochý pletací stroj, zámkové pletacího stroje, stopr, pletací jehla, elektromagnetický volič, uzavírací platina

## **Analysis of the cam system of the knitting machine Elektrokap with regard to breaking butt of the control jacks**

### **Annotation**

The aim of this thesis is to describe the functions of flat knitting machine Electrocap depending on the movements of the cam systems. As a result of the breaking of the butt of the needles' control jacks during the knitting, there are the determinate critical points at the cam system and proposed measures to prevent the breaking of the butt. The work also includes solutions to forced movement of the holding-down sinker. It is also investigating the possibility of increasing the speed of the slide due to electromagnetic selection of the needles and the possibility of eliminating extracurricular needles movements during slinging the knit.

**Key word:** flat knitting machine, cam system of knitting machine, needle' control jack, knitting needle, electromagnetic selector, holding-down sinker



## Obsah

<b>TABULKA POUŽITÝCH SYMBOLŮ .....</b>	<b>9</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>1. POPIS STROJE .....</b>	<b>11</b>
1.1 Rám stroje .....	12
1.2 Jehelní lůžka a lůžko platin.....	12
1.2.1 Horní (hlavní) lůžko stroje.....	13
1.2.2 Spodní (pomocné) lůžko stroje .....	13
1.2.3 Lůžko uzavíracích platin.....	13
1.2.4 Jehly a stopry (platiny) .....	13
1.3 Zámková soustava.....	15
1.3.1 Zámky vedlejšího (spodního - vertikálního) lůžka .....	15
1.3.2 Zámky hlavního (horního - horizontálního) lůžka.....	16
1.3.3 Zámek uzavíracích platin.....	16
1.3.4 Převěšovací jednotky .....	17
1.4 Saně.....	17
1.5 Odtahové zařízení .....	18
1.6 Skříň s řídicí elektronikou.....	18
<b>2. POPIS STROJE V ZÁVISLOSTI NA FUNKCI ZÁMKOVÉ SOUSTAVY .....</b>	<b>19</b>
2.1 Podávání příze.....	19
2.2 Pracovní cyklus zámků .....	20
2.3 Popis činnosti jednotlivých součástí při pletení.....	25
2.3.1 Tvorba záchyty .....	25
2.3.2 Vlastní pletení .....	26
2.3.3 Převěšování .....	26
2.3.4 Odtah úpletu.....	30
<b>3. STANOVENÍ TEORETICKÉ HRANICE RYCHLOSTI POSUNU SANÍ K ELEKTRONICKÉ VOLBĚ JEHEL .....</b>	<b>32</b>

<b>4. URČENÍ KRITICKÝCH MÍST ZÁMKOVÉ SOUSTAVY S OHLEDEM NA SPOLEHLIVOU FUNKCI STROJE.....</b>	<b>36</b>
4.1 Lámání kolének pružných stoprů.....	36
4.2 Nespolehlivost zavírání uzavíracích platin .....	37
<b>5. OVĚŘENÍ NUTNOSTI ZDVOJENÉHO POSUVU JEHEL PŘI PŘEVĚŠOVÁNÍ .....</b>	<b>39</b>
<b>6. NÁVRH ŘEŠENÍ PRO ZVÝŠENÍ SPOLEHLIVOSTI ČINNOSTI ZÁMKOVÉ SOUSTAVY.....</b>	<b>41</b>
6.1 Úprava zámků pro odstranění lámání kolének pružných stoprů.....	41
6.1.1 Varianta č. 1 .....	42
6.1.2 Varianta č. 2 .....	43
6.1.3 Varianta č. 3 .....	43
6.2 Úprava zámků uzavíracích platin .....	44
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>45</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>46</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>47</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>49</b>

## Tabulka použitých symbolů

Symbol	Popis	Jednotky
$\alpha$	Úhel náklonu platiny	$^{\circ}$
$\omega$	Úhlová rychlost platiny	rad
E3	Dělení lůžka stroje - tři jehly na jeden anglický palec	-
E18	Dělení lůžka stroje - osmnáct jehel na jeden anglický palec	-
$F_1$	Minimální síla působící pružinou na volící stopr	N
$F_2$	Maximální síla působící pružinou na volící stopr	N
$F_n$	Normálová síla	N
$F_{p-prum}$	Průměrná síla působící pružinou na volící stopr	N
$F_p$	Síla tažné pružiny působící na uzavírací platinu	N
$F_{pl}$	Síla pleteniny působící na uzavírací platinu	N
$F_T$	Třecí síla	N
$F_{zp}$	Síla zámku platin působící na uzavírací platinu	N
$I_0$	Moment setrvačnosti volícího stopru vzhledem k ose otáčení	$N \cdot m^2$
$M_k$	Krouticí moment působící na volící stopr	$N \cdot m$
$r$	Rameno síly působící na volící stopr	mm
$t$	Čas výkyvu volícího stopru	s

## Úvod

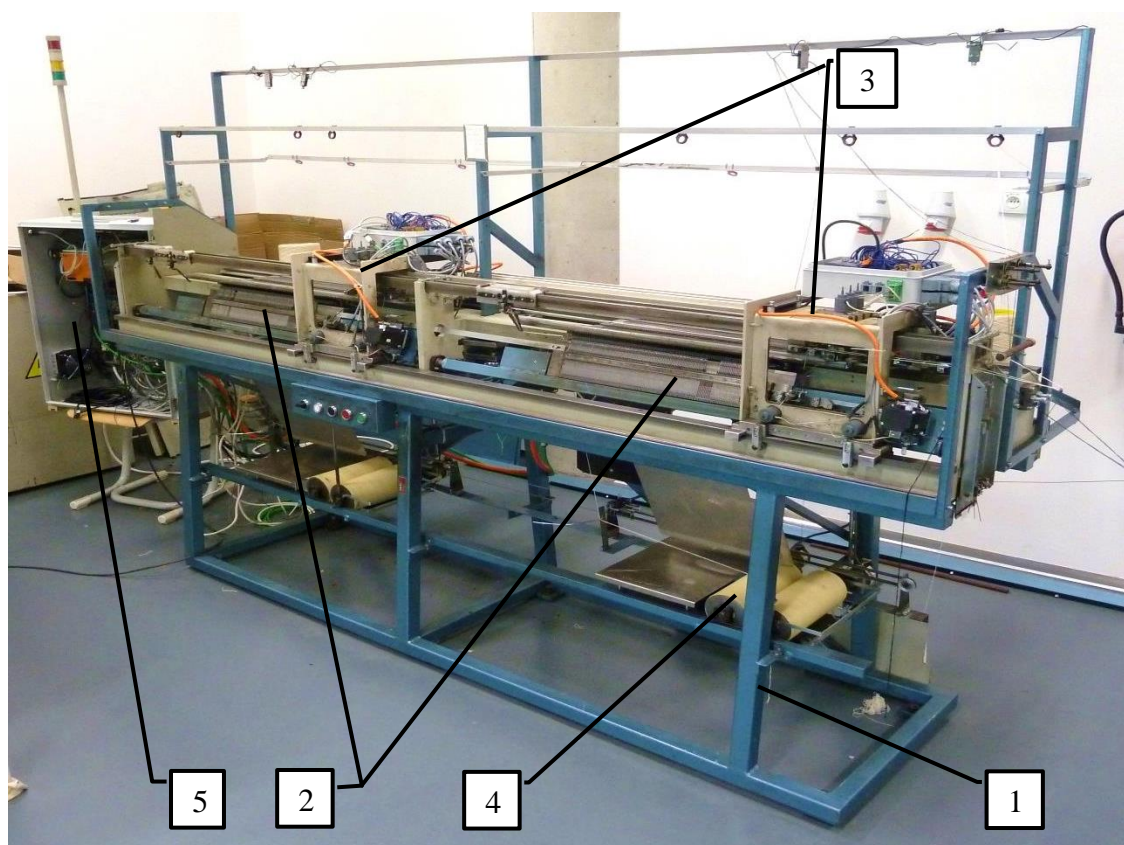
Pletací stroje mají v dnešní době své nezastupitelné místo. Poprvé převzal stroj pletací práce od člověka již v roce 1589, kdy si kotonový stávek na výrobu dámských punčoch nechal patentovat pastor William Lee [2]. Od té doby urazil pletařský textilní průmysl velký kus cesty. Vzniklo mnoho jiných, nových typů strojů, které se postupem času o mnoho zdokonalily a staré modely vytlačily. Vznikly okrouhlé pletací stroje pro výrobu punčochového zboží, zboží tělového průměru, i velkopřůměrové pletací stroje pro výrobu metráže. Pro výrobu barevně vzorovaného svrchního ošacení, šál, rukavic a podobně se zase vyrábějí ploché pletací stroje.

Na pletacích strojích nemusíme plést jen jednoduché vzory, ale můžeme volit každou jehlu zvlášť a tím dosáhnout velikých možností vzorování. Co se týče technických textilií, zde zaujaly své místo osnovní pleteniny, či netkané textilie mechanicky vázané. Mechanické vlastnosti některých druhů netkaných textilií zpevněných pletařskou technikou se přinejmenším rovnají vlastnostem textilií tkaných, přičemž rychlost jejich výroby je několikrát vyšší. Stroje na výrobu pletenin jsou, co se strojařského hlediska týče, velice zajímavé. Potřeba vysokých rychlostí spojená s nutností dosažení vysokých přesností, stále se zmenšujícími díly, i to jsou jedny z důvodů, proč jsem si právě tuto práci vybral na závěr svého studia.

Plochý pletací stroj Elektrocap je umístěn na katedře textilních a jednoúčelových strojů k provedení celkové rekonstrukce. Protože se nejedná o stroj, který je sériově vyráběn, je úkolem mé diplomové práce popis funkcí stroje v závislosti na zámkové soustavě při výrobě pleteniny. Současně, je také důležité zjistit důvody, kdy dochází k ulamování kolének pružných stoprů při pletení a navrhnout úpravu zámků stroje tak, aby k ulamování kolének nedocházelo. Součástí této části budou také výkresy upravovaných částí zámkové soustavy. Úpravou projde i zámek řídící pohyb uzavíracích platin pro zvýšení spolehlivosti uzavírací funkce. V neposlední řadě je součástí práce zjistit pracovní pohyby jehel při spojování konce a začátku pleteniny a eliminaci zbytečných pohybů zkrátit čas potřebný pro její převěšení. Část práce se také zabývá možnostmi zvýšení rychlosti přejezdu saní a tím i zrychlení pletacího procesu.

## 1. Popis stroje

Electrokap (obr. 1) je plochý, jednosystémový, zátažný pletací stroj používaný pro pletení čepic a základové pleteniny pro výrobu baretů včetně spojování konce a začátku pleteniny. Jedná se o dvoulůžkový pletací stroj s vodorovným a šikmým lůžkem. Pletací stroj má dvoje saně (zámkové hlavy), což znamená, že dochází k pletení dvou pletenin baretů najednou. Tato funkce je podmíněna vzájemnou přesnou seřiditelností jednotlivých hlav vůči sobě [3]. Stroj má v polovině rozdělené lůžko, které působí jako spojení dvou samostatných strojů s výhodou řízení jedním systémem. Naopak nevýhodou jsou větší dynamické účinky působící na rám stroje při rozjezdu a brždění saní. Podle současných konceptů strojů by bylo vhodnější jednotné lůžko stroje, čímž by se zjednodušilo jeho seřízení a došlo by i k celkovému zkrácení stroje.



*Obr. 1 Plochý pletací stroj*

*1 - rám stroje; 2 - jehelní lůžka; 3 - saně zámkové soustavy; 4 - odtahové zařízení;  
5 - skříň s řídicí elektronikou*



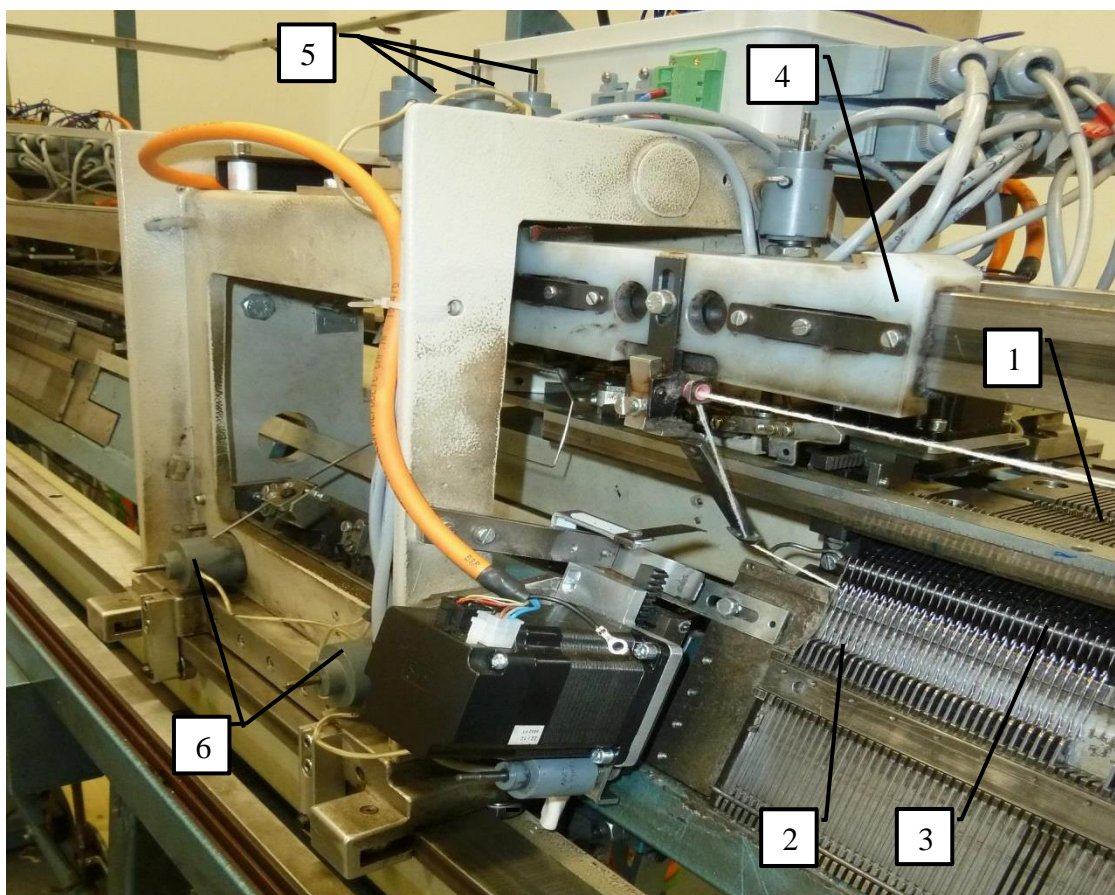
Složení stroje je možno rozdělit do několika základních montážních uzlů, kterými jsou [3]:

### 1.1 Rám stroje (obr. 1)

Rám stroje je složen ze svařených ocelových profilů, vzájemně k sobě smontovaných. Na rám jsou „navěšeny“ ostatní funkční celky stroje.

### 1.2 Jehelní lůžka a lůžko platin (obr. 2)

Lůžka jsou součásti s přesně vyfrézovanými drážkami s dělením E8 (osm jehel na jeden anglický palec). V drážkách jsou umístěny a pohybují se stopry a pletací jehly. Lůžko můžeme dále rozdělit na hlavní (1), horní nebo též horizontální lůžko, vedlejší (2), spodní nebo též vertikální lůžko a lůžko platin (3).



Obr. 2 Saně a jehelní lůžka

1 - horní lůžko; 2 - spodní lůžko; 3 - platinové lůžko; 4 - vodič přízí

5 - elektromagnety dorazů vodičů přízí; 6 - elektromagnety pro výklon spodních zámků

### 1.2.1 Horní (hlavní) lůžko stroje (obr. 2)

Jde o hlavní pracovní lůžko stroje (1), kde po tvorbě záchytného řádku a vyřazení jehel vedlejšího lůžka, dochází k pletení zbytku pleteniny. V drážkách jsou spolu s jehlami umístěny i elementy pro volbu jehel, tedy pružné a volící stopry s pružinkou. Všechny elementy jsou zajištěny lištami, aby nedošlo k nežádoucímu náhodnému.

### 1.2.2 Spodní (pomocné) lůžko stroje (obr. 2)

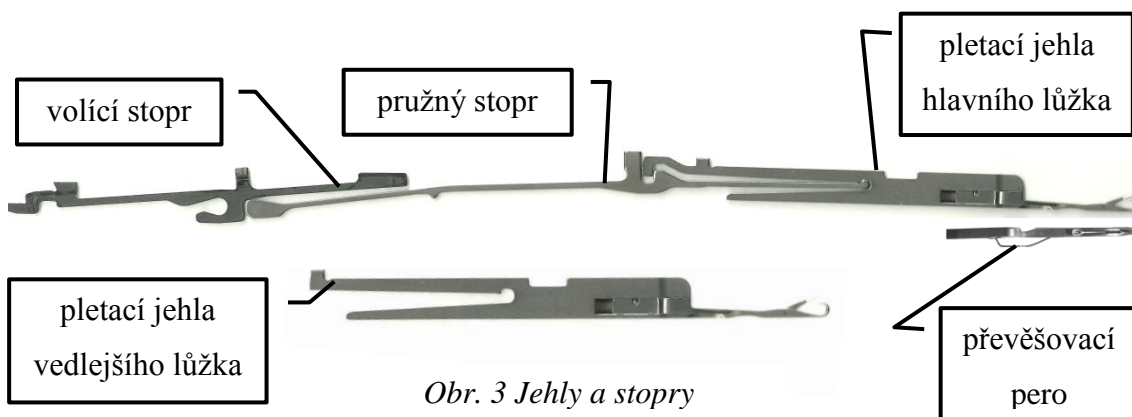
Na stroji Electrocap se spodní (pomocné) lůžko (2) při pletení baretů využívá pouze na začátku a na konci pletacího procesu. Na jehly pomocného lůžka a jehly hlavního lůžka se při první operaci klade příze pro tvorbu záchytného řádku. Poté dojde k vytažení jehel z činnosti. Dále se plete na hlavním lůžku, přičemž pletenina zůstává navěšena na jehlách pomocného lůžka. Jehly jsou zařazeny do činnosti až na konci celého procesu, kdy dochází ke spojení konce a začátku převěšováním pleteniny.

### 1.2.3 Lůžko uzavíracích platin (obr. 2)

Lůžko platin (3) je připevněno k hlavnímu lůžku. Nastavením platin je možné regulovat hustotu pleteniny. Různé hustoty je dosahováno vyosením platinového lůžka [3]. Uzavírací platiny jsou vysouvány pomocí zámků platin. Jelikož zámky platin obsahují pouze zvedače, jsou platiny do zpětné polohy vráceny pomocí pružin. Platiny zaručují přesun oka na stvol jehly v uzavírací poloze a určují délku oka při zatahování jehly.

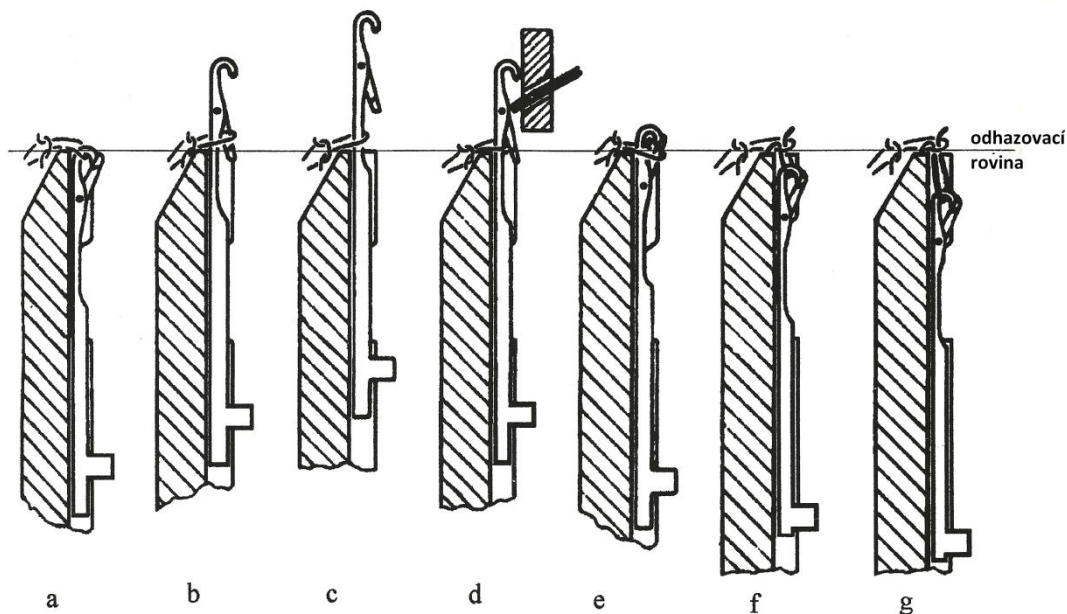
### 1.2.4 Jehly a stopry (platiny) (obr. 3)

V hlavním lůžku stroje je uložena soustava jehly a dvojice stoprů (pružný a volící). Jehla je stopry vysouvána do pracovních a mimopracovních poloh. Vedlejší pracovní lůžko obsahuje pouze jehlu.



Obr. 3 Jehly a stopry

Smysl užívání rozdílných poloh jehly získáme z následujícího rozkreslení (obr. 4) a principu tvorby oka, které určuje postavení hlavy jehly vůči odhazovací rovině.



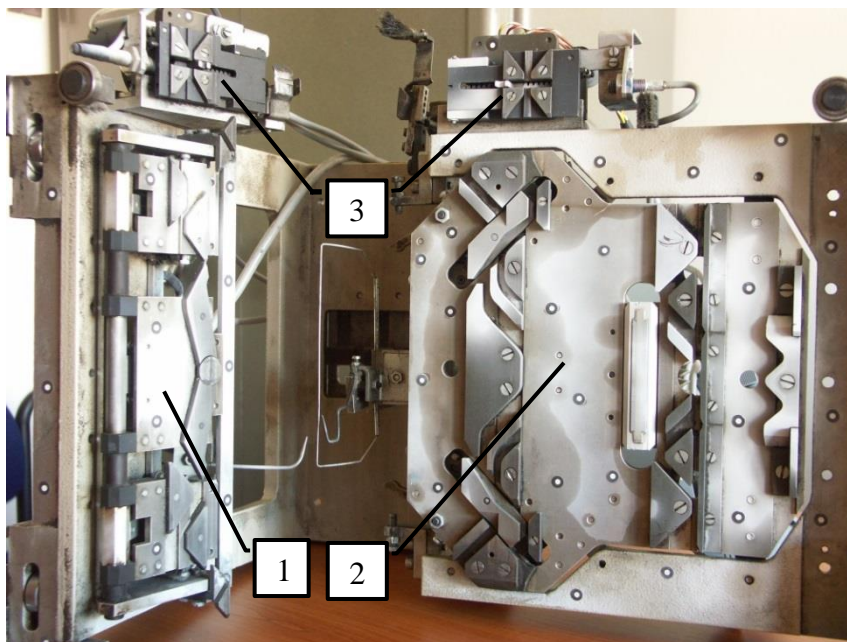
Obr. 4 Princip tvorby oka [1]

Tvorba oka je dle literatury [1 – str. 26] následující: “Jehla v základní poloze (a) stojí svou hlavou mírně pod odhazovací rovinou a uvolňuje na ní visící očko. Jehla se začne zvedat do chytové polohy (b). Staré očko odklopí otočně uložený jazýček a přesune se na něj. Dále se jehla zvedá do uzavírací polohy (c), přičemž očko přepadne přes otevřený jazýček na stvol jehly. Poté se jehla vrací do druhé chytové polohy (d), kde dochází ke kladení nitě na jehlu a její zachycení v háčku jehly. Při dalším pohybu jehly staré očko zavře jazýček a přesune se na něj - poloha nanášecí (e). Dalším klesáním jehly pod odhazovací rovinu následuje odhoz (f) starého oka. Přitom dojde k protažení kličky starým očkem a vznik nového oka, jehož délka je určena stažením jehly do nejnižší zatahovací polohy (g).“



### 1.3 Zámková soustava (obr. 5)

Zámkové soustavy jsou opět děleny pro spodní (vedlejší) (1) a horní (hlavní) (2) pracovní lůžko. Soustavy jsou sestaveny z takzvaných zámků. Zámky jsou tvořeny plochými klíny, které obstarávají přímo, nebo prostřednictvím stoprů, pohyb jehel do pracovních (chytové, uzavírací) či mimopracovních poloh. Dle literatury [2] jsou zámky většinou vyrobené z oceli 19 436.4 zušlechťené na tvrdost  $63\pm 2\text{HRC}$  a následně broušené. Obě zámkové soustavy jsou připevněny na společné saně.

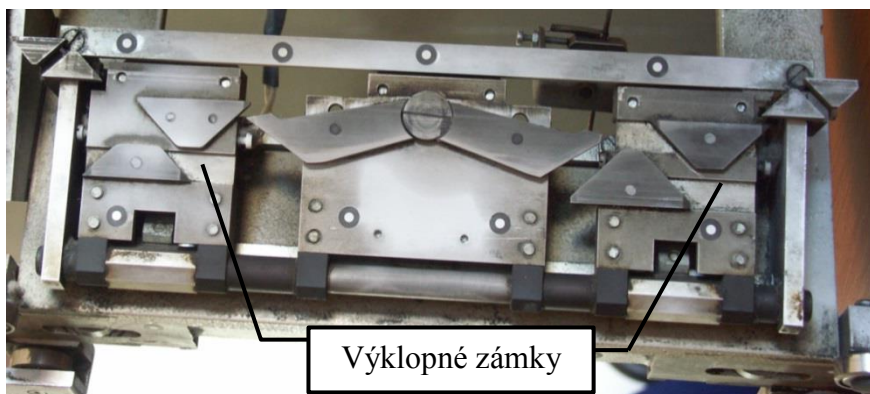


Obr. 5 Zámková soustava

1 - zámky vedlejšího lůžka; 2 - zámky hlavního lůžka; 3 - převěšovací zámky

#### 1.3.1 Zámky vedlejšího (spodního - vertikálního) lůžka (obr. 6)

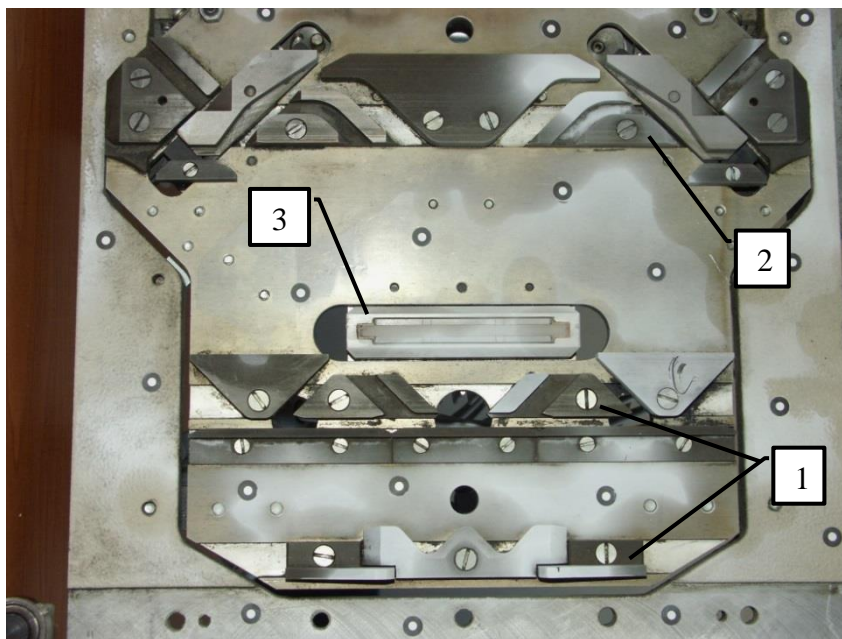
Vedlejší lůžko obsahuje jednu řadu zámků, které přímo ovládají jehly.



Obr. 6 Zámky vedlejšího lůžka

### 1.3.2 Zámky hlavního (horního - horizontálního) lůžka (obr. 7)

Nosná deska je opatřena třemi řadami zámkových soustav. První dvě řady (1) slouží k ovládání volicího stopru. Třetí řada (2) ovládá pružný stopr spolu s pletací jehlou. Na desce je umístěn mimo zámků ještě elektromagnetický převodník (3) pro volbu volicích stoprů do pracovních poloh.



*Obr. 7 Zámky hlavního lůžka*

1 - řada zámků volicího stopru; 2 - řada zámků pružného stopru;  
3 - elektromagnetický převodník (volič)

### 1.3.3 Zámek uzavíracích platin (obr. 8)

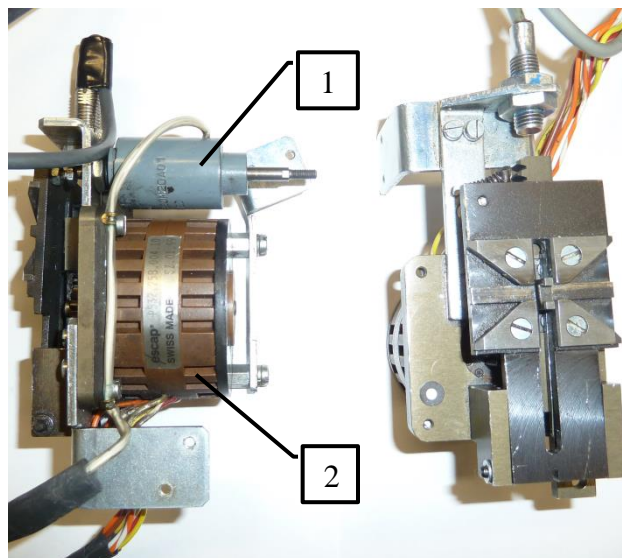
Zámek uzavíracích platin je tvořený pouze zvedačem kolének. Platiny se do zpětné polohy dostávají pomocí tažných pružin. Zámek je konstruován jako plovoucí, což znamená, že je v krajních polohách unášen pákovými unašeči (obr. 18 - str. 24).



*Obr. 8 Zámek platin*

### 1.3.4 Převěšovací jednotky (obr. 9)

Převěšovací jednotky jsou součástí zámkové soustavy jak hlavního, tak vedlejšího lůžka (obr. 5). Jednotky se používají na konci pletacího procesu, kdy dochází ke spojení začátku a konce pleteniny převěšováním oček. Zámky se pohybují ve směru kolmém na směr pohybu saní pomocí krokových elektromotorů.



*Obr. 9 Převěšovací jednotky*

*1 - elektromagnet pro výkyv zámků směrem k lůžkům*

*2 - krokový motor ovládající pohyb prostředního zámku*

### 1.4 Saně (obr. 2)

Saně, ke kterým jsou přichyceny obě zámkové soustavy (hlavní a vedlejší), umožňují horizontální pohyb celé zámkové soustavy. Pohyb saní zajišťuje hlavní servomotor, který je spojen přes převodovku s pravými saněmi, pravým ozubeným řemenem. Spojení je přes předlohu opatřenou brzdou fixace. Tento systém slouží k zajištění polohy zámkové hlavy při technologickém cyklu pletení.

Současný pohyb levých a pravých saní zajišťuje spojovací tyč, která umožňuje přesné seřízení vzájemné polohy saní vzhledem k jehelním lůžkům stroje. U pravého řemene se po jisté době počítá s částečným protažením. Pro příslušné kroky posuvu saní jsou levé saně fixně spojeny s levým ozubeným řemenem. Jeho prostřednictvím je inkrementálním čidlem určována přesná poloha saní vůči jehelnímu lůžku.

Saně se pohybují na kuličkových ložiskách, které se odvalují po vodících lištách připevněných k rámu stroje. Pohyb motoru je definován řídicím programem.

### **1.5 Odtahové zařízení (obr. 1 - str. 11)**

Odtahový systém je umístěn ve spodní části rámu pod jehelními lůžky. Zajišťuje odtah pleteniny a regulaci napětí v pletenině. Síla a velikost odtahu je nastavitelná a je automaticky regulována.

### **1.6 Skříň s řídící elektronikou (obr. 1 - str. 11)**

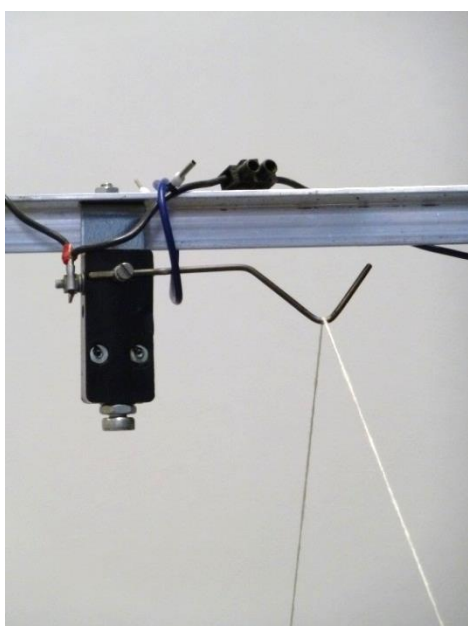
Součástí plochého pletacího stroje je i elektro skříň s elektroinstalací, která se stará o řízení a regulaci stroje.

## 2. Popis stroje v závislosti na funkci zámkové soustavy

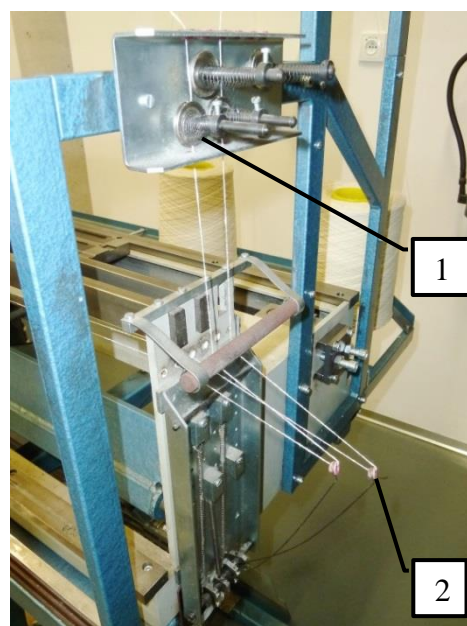
Hlavním pracovním uzlem stroje jsou saně se soustavou zámků. Zámky ovládají kolénka stoprů s jehlami, ke kterým je přiváděna příze.

### 2.1 Podávání příze

Cívky s přízemi jsou umístěny na stole v zadní části stroje. Příze jde dále přes naváděcí očko, zarážky pro přepětí příze (obr. 10), brzdičku (obr. 11) a švihadlo až k vodiči přízi (obr. 2 - str. 12), který klade přízi do háčků jehel.



*Obr. 10 Zarážka přepětí příze*



*Obr. 11 Brzdičky a švihadla*

*1- talířová brzdička*

*2- švihadlo*

Zarážka přepětí příze hlídá tah v přízi, jehož velikost je možné nastavit. Při nežádoucím zvýšení napětí je stroj zarážkou přepětí příze zastaven dříve, než dojde k samotnému přetržení příze. V opačném případě by po přetržení příze byl celý výrobek znehodnocen. Pokud by k tomu došlo, musela by jedna strana stroje plést po zbytek operace naprázdno, aby mohl být druhý úplet dokončen.

Brzdičky, zajišťující přepětí příze, jsou talířového typu. Přítlak je regulován pomocí tlačné pružiny.

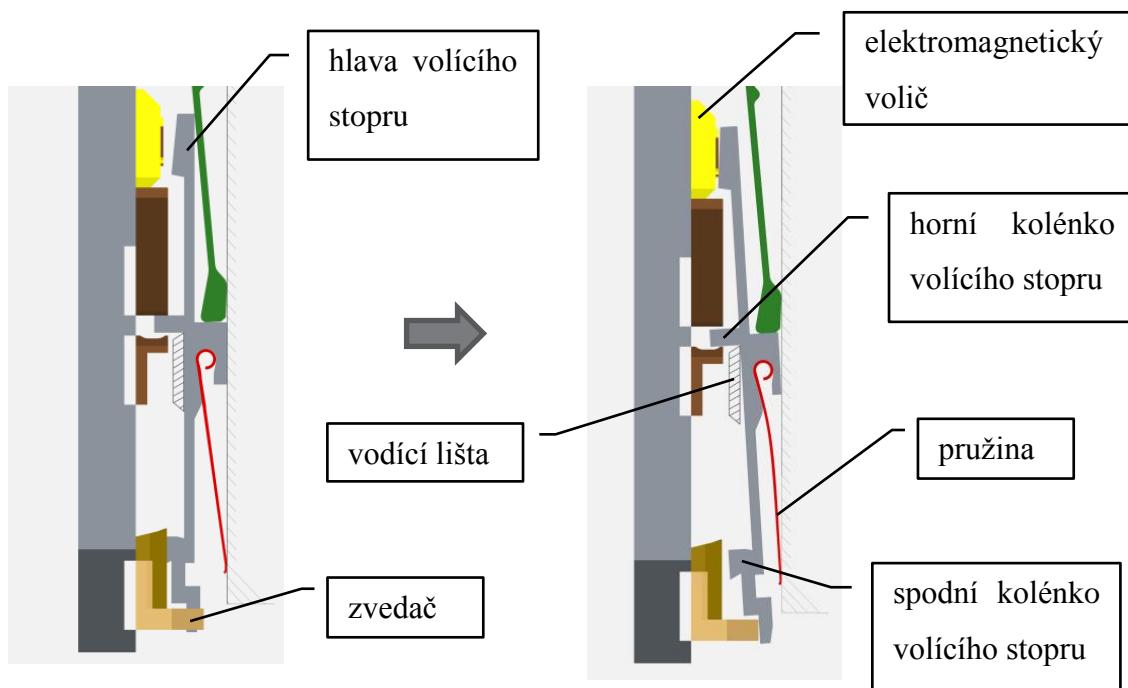


Švihadla jsou součástí každého pletacího stroje. Švihadla zajišťují stálé napnutí příze při přejezdu vodiče přes okraje pleteniny ve chvíli, kdy se vodič vrací a uvolňuje nit. Délku uvolněné nitě napružené švihadlo absorbuje [2]. Jeho funkce je nutná pro spolehlivé naklazení příze do háčků jehel. Napružení švihadla je dáno pružinou o délce přibližně 200 mm. Charakteristika pružiny je měkká, čímž docílíme malého nárůstu síly při napnutí pružiny. To je žádoucí pro přibližně stejné napětí v přízi při změnách rychlosti podávání.

Vodiče přízi zajišťují podávání příze pletacím jehlám. Na stroji může zámková hlava vybírat ze tří vodičů příze (obr. 2 - str. 12). Výběr je pomocí elektromagnetů, kdy po najezení zámkové hlavy nad vodič, příslušný elektromagnet vykloní unášecí palec v dráze voleného vodiče příze.

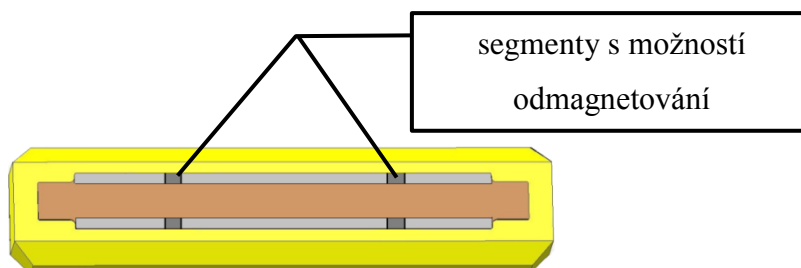
## 2.2 Pracovní cyklus zámků

Zámková hlava se pohybuje obousměrně po vodících lištách nad jehelními lůžky. Hlava volícího stopru v hlavním (horizontálním) lůžku je pružinou vykláněna okolo vodící lišty směrem od elektromagnetického voliče (obr. 12 – obrázek je oproti skutečnosti otočen o 90°). Při přejezdu zámků najede spodní část stopru na zvedač, který přetlačí sílu pružiny a přitlačí hlavičku platiny k elektromagnetickému voliči.



Obr. 12 Elektromagnetická volba jehel

Elektromagnetický volič je permanentně zmagnetizován. Volič není tvořen jedním celistvým magnetem, ale magnet je složen z několika segmentů, které je možno nezávisle na sobě odmagnetovat (Obr. 13).

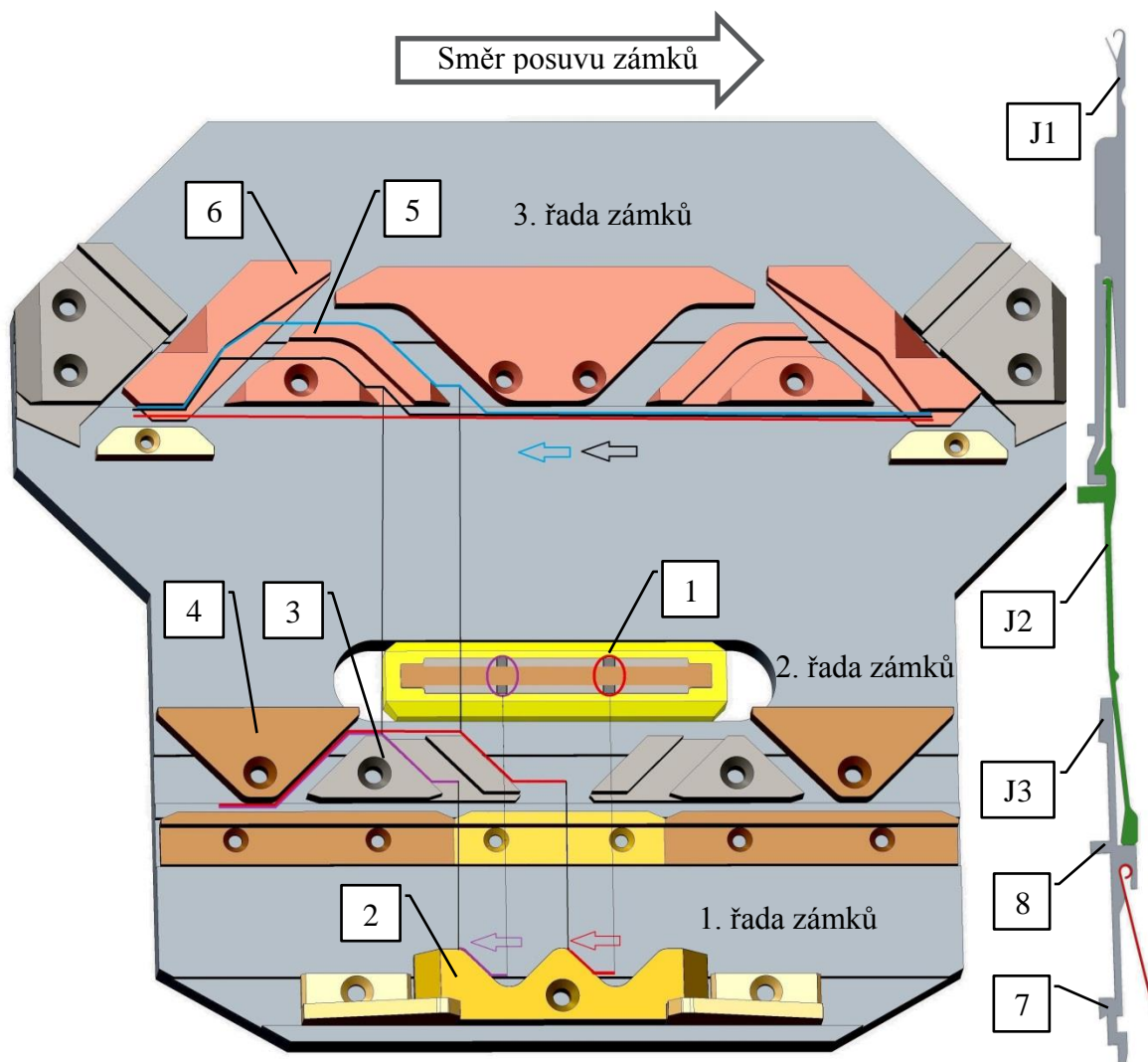


*Obr. 13 Elektromagnetický volič*

V případě, že chceme jehlu volit do uzavírací polohy (naznačeno na obr. 14), vypneme tu část elektromagnetického voliče (1), jež je označená červenou elipsou. Po odmagnetování segmentu dojde k uvolnění hlavičky volicího stopru (J3), jenž byl segmentem přidržován. Pružina vykývá volicí stopr spodním kolénkem zpět směrem k zámkům. Při pohybu zámkové hlavy spodní kolénko volicího stopru (7) postupně zapadne do spodního zámku (2). Za spodní kolénko je pružný stopr zvedán (červená dráha) až vyšší kolénko (8) dosáhne na zvedač (3) druhé řady zámků, který stopr dále vysouvá. Zjištění polohy elektromagnetického voliče vůči jehlám je zajištěno inkrementálním čidlem saní. V koncové poloze je volicí stopr přemístěn zpátky do základní volicí polohy pomocí stahovače (4).

Volicí stopr zvedá do uzavírací polohy stopr pružný (J2), který je vyzdvižen na dosah zvedače (5) třetí řady zámků a dále je zvedán za kolénko. Poté je stažen stahovačem (6) do základní polohy. Stopr ovládá (zvedá a stahuje) pletací jehlu (J1).

V případě uvolnění volicího stopru v druhé části (obr. 14 naznačeno fialovou elipsou), je jehla zvednuta do chytové polohy. Nakonec, je-li hlavička volicího stopru přidržena po celou dobu posuvu přes magnetický volič, zůstávají oba stopry a tedy i jehla v základní(mimopracovní) poloze. Dráhy kolének platin jsou naznačeny na obr. 14



Obr. 14 Pracovní cyklus zámků

*Červená dráha - posuv vyššího a spodního kolénka volicího stopru do uzavírací polohy*

*Fialová dráha - posuv vyššího a spodního kolénka volicího stopru do chytové polohy*

*Modrá dráha - ideální posuv kolénka pružného stopru s jehlou do uzavírací polohy*

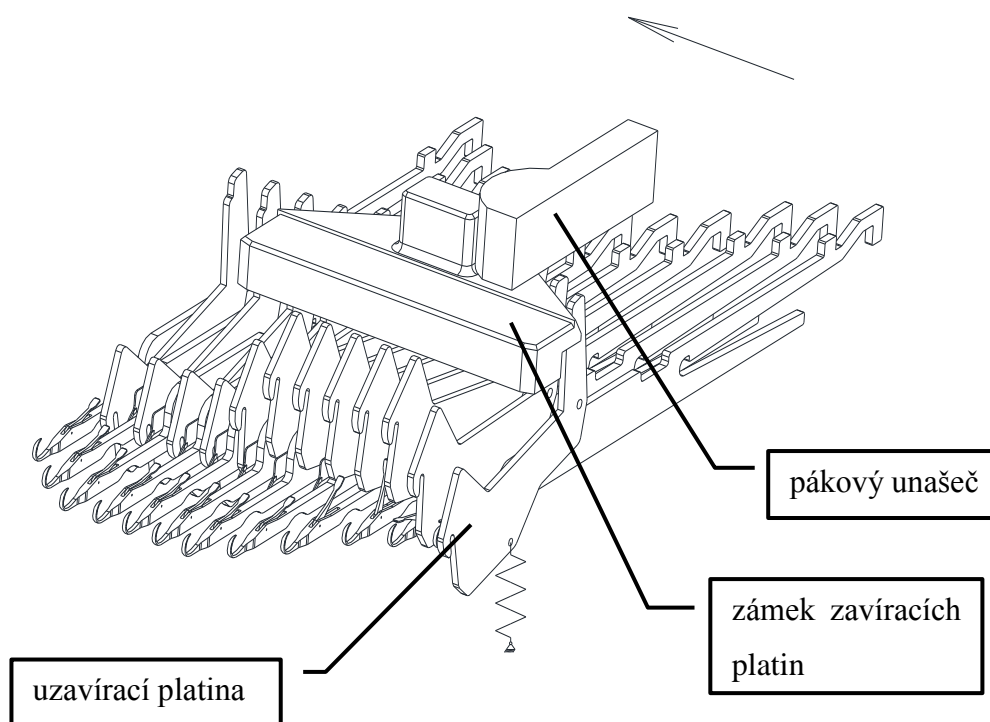
*Černá dráha - ideální posuv kolénka pružného stopru s jehlou do chytové polohy*

1 - elektromagnetický volič; 2 - spodní zámek; 3 - zvedač volicího stopru;  
 4 - stahovač volicího stopru; 5 - zvedač pružného stopru; 6 - stahovač pružného stopru;  
 7 - spodní kolénko volicího stopru; 8 - vyšší kolénko volicího stopru; J1 - pletací jehla;  
 J2 - pružný stopr; J3 - volicí stopr



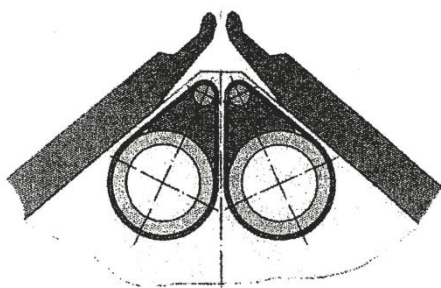
Hustota pleteniny se nastavuje hloubkou zatažení jehel krajními stahovači (6), kterými je pružný stopr s jehlou umístěn do základní polohy. Hloubka zátahu levého stahovače je nastavitelná pomocí krokového motoru, změnou programu. Tento stahovač mění hustotu pleteniny minimálně třikrát během tvorby jedné pleteniny. První hloubka zátahu je nastavena při tvorbě záchytného řádku. Druhá změna hloubky zátahu je nastavena při hlavním pletení. Třetí nastavení hloubky zátahu je při pletení posledního řádku pleteniny. Důvod rozdílného zátahu spočívá v tom, že očka prvního a posledního řádku pleteniny je třeba vytvořit větší pro správné závěrečné převěšování. Pravý stahovač, který je využíván jen při hlavním pletení, je nastavován ručně.

Aby docházelo ke správnému zatahování jehel, jsou součástí pletacího ústrojí zavírací platiny (Obr. 15). Ty jsou uloženy v platinovém lůžku stroje. Platiny jsou do pracovní polohy vysouvány pomocí zámku, který je tvořen pouze zvedačem (obr. 7). Návrat uzavíracích platin do základní polohy zajišťují předepnuté tažné pružinky. Zámek není k saním připevněn, ale je zkonstruován jako plovoucí.

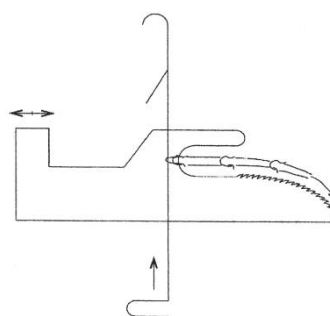


Obr. 15 Uzavírací platiny

Po bližším prozkoumání hloubky zátahu uzavíracích platin bylo zjištěno, že uzavírací platiny na tomto stroji neplní jen funkci uzavírací, ale současně také funkci odtahu. Současným trendem u plochých pletacích strojů je spolehlivý odtah řešený většinou pomocí řemínkového odtahu (obr. 16) [2]. Jako vhodnější se jeví i možnost odtahu za pomoci speciálních uzavíracích platin se zoubky na „břiše“ platiny (obr. 17) uskutečňovaného na starších ponožkových strojích. Tyto platiny působí při odtahu na větší část pleteniny, čímž sílu rovnoměrně rozloží do více řádků příze. Stávající uzavírací platiny, však nadměrně namáhají poslední vytvořená očka a při nesprávném seřízení tažných pružin dochází k přetržení příze. Možnost použití ozubených platin samozřejmě záleží na jejich volné dostupnosti na trhu.

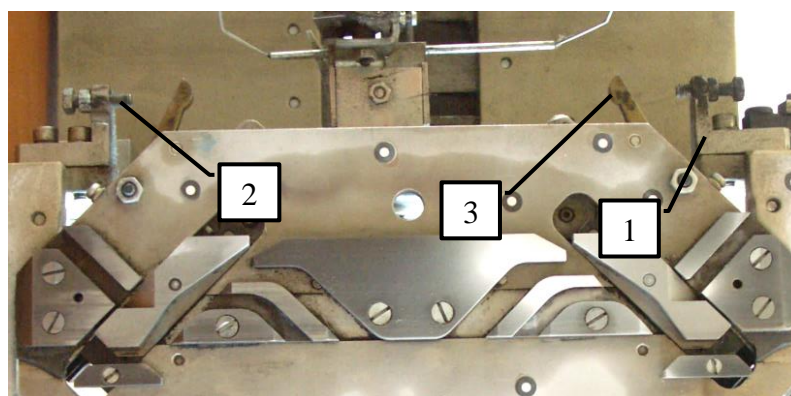


Obr. 16 Řemínkový odtah [2]



Obr. 17 Ozubená platina [2]

Unášení výše zmíněných zámků uzavíracích platin je zajištěno pomocí výkyvných pákových unašečů seřiditelných stavěcími šrouby (obr. 18). Aby nedocházelo k rázům při najetí zámku na unašeč, jsou unašeče odpruženy. Pro jedny saně je určen pouze jeden obousměrný zvedač platin.



Obr. 18 Dorazy zámku uzavíracích platin

1 - doraz; 2 - stavěcí šroub; 3 - pákový unašeč

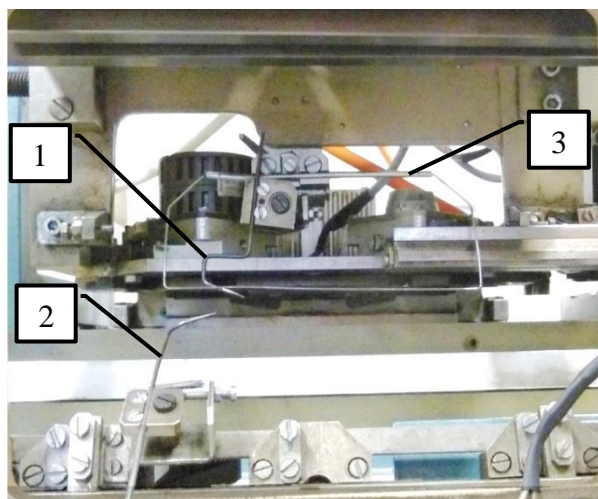
## 2.3 Popis činnosti jednotlivých součástí při pletení

Pracovní postup při tvorbě pleteniny lze rozdělit na 4 druhy činností:

- I) Tvorba záchyty = prvního řádku pleteniny
- II) Vlastní pletení
- III) Převěšování
- IV) Odtah úpletu

### 2.3.1 Tvorba záchyty (příloha 1)

Při tvorbě prvního řádku pleteniny se plete na jehlách horního (dále jen H. L.) i spodního lůžka (dále jen S. L.). Před započítím kladení příze je automaticky přenastaven levý stahovač H. L., který řídí délku zátahu jehel a tím se mění i velikost oček. Zátah je v případě prvního řádku menší než při samotném pletení. Jsou zde zařazeny vodiče nití a pomocí elektromagnetu (obr. 2- str. 12) jsou do činnosti zařazeny levé zámky S. L. (obr. 6 - str. 15). Při přejezdu saní z leva doprava vodič naklade do jehel H. L. a S. L. přízi. Jelikož v jehlách doposud není nakladena příze a jazýčky jehel jsou z předchozí operace natočeny směrem k háčku jehly (jsou uzavřeny), je nutné zajistit otevření jazýčků všech jehel. Proto je uveden v činnost jehlový otevírač jazýčků H. L. (obr. 19 - 1). Otevírač je zařazen jen při prvním řádku (po shození úpletu z jehel). Otevírač jazýčků S. L. (obr. 19 - 2) se vyklání spolu s levými zámky S. L. V případě zavřeného jazýčku pletací jehly dojde k jeho překlopení pomocí otevírací jehly.



*Obr. 19 Otevírače jazýčků jehel*

*1 - jehlový otevírač jazýčků horního lůžka; 2 - jehlový otevírač jazýčků spodního lůžka  
3 - zajišťovací drát*

Po přjetí saní a naklazení příze do háčků jehel jsou vypnuty levé zámky S. L. spolu s otevíračem jazýčků jehel S. L. Také otevírač jazýčků jehel H. L. je vyřazen z činnosti. Následně jsou vyklopeny pravé zámky S. L., které při následovném přesunu saní doleva zasunují jehly do spodní polohy. Při přejezdu saní doleva je vytvořen na jehlách obou lůžek řádek oček. Po té jsou pravé zámky S. L. vypnuty.

Na konci procesu kladení je stahovač přestaven do výchozí polohy určené indukčním snímačem. Po přejezdu saní do koncové polohy a vždy při změně směru polohy je uváděna do činnosti elektromagnetická brzda převodu, která zabrání samovolnému pohybu saní.

### **2.3.2 Vlastní pletení**

Před pletením je automaticky přenastaven levý stahovač, čímž je určena hustota pleteniny. Nit je již nakladena, tudíž dochází k automatickému otevírání jazýčků jehel starým očkem při přechodu jehly do uzavírací či chytové polohy při pletení. Samovolnému uzavření jazýčků, před naklazením příze, brání zajišťovací drát (obr. 19 - 3). Následným pohybem saní dochází k tvorbě pleteniny. Při pletení posledního řádku je opět přenastaven levý stahovač pro vytvoření velkých oček, které následně budou převěšovány.

### **2.3.3 Převěšování**

Převěšováním se rozumí spojení konce a začátku pleteniny převěšováním oček z jehel H. L. na jehly S. L. a naopak. Toto spojování má za následek tvorbu „řetízku“ (švu).

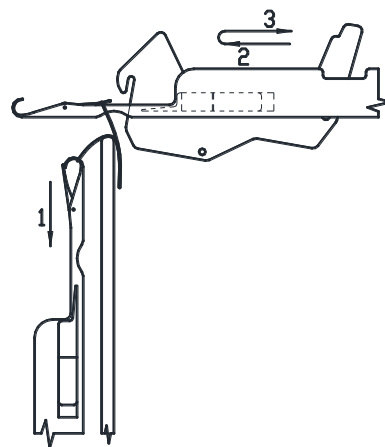
Po dopletení posledního řádku pleteniny, tedy při přejezdu saní doleva, jsou automaticky vypnuty vodiče příze. Poté saně přejíždějí doprava bez elektromagnetické volby jehel a bez vodičů příze. Všechny jehly zůstávají v základní poloze.

Po přjetí saní je spodní lůžko vykloněno pomocí elektromagnetu do pozice pro převěšování. Protože převěšovací zámky jsou při tvorbě prvního řádku a při pletení mimo dosah kolének jehel, je zapnut elektromagnet převěšovací jednotky spodních zámek, který zámky na dosah kolének vykloní. Přejetím saní doleva jsou jehly S. L. zvednuty do základní pozice pro převěšování. Poté je vysunut pomocí elektromagnetu odhozový plech, který zajišťuje lepší odhození starých oček při převěšování. Dále dochází k vyklonění horní převěšovací jednotky na dosah kolének pružných stoprů H. L. Jelikož při samotném pletení jsou lůžka postavena tak, že k první jehle H. L. není přiřazena jehla S.L., dochází proto k posunutí S. L. o jeden krok zpět. Tím docílíme

toho, že první jehla spodního lůžka je vysouvána proti první jehle horního lůžka. Základní polohy krokových motorů pro převěšování jsou snímány a kontrolovány pomocí indukčních snímačů. Cyklus převěšování je tvořen následujícími operacemi:

#### Krok 1 (obr. 20)

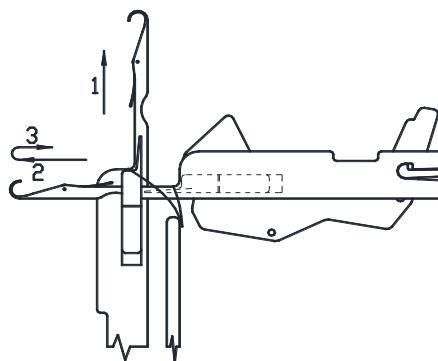
Jehla S. L. je stažena (1) až se hlava jehly nachází pod odhazovací rovinou, čímž zvětší očko pro převěšování. Jehla H. L. je vysunuta (2) do chytové roviny, kde dochází k otevření jazýčku jehly, očko nepřepadne na stvol jehly. Následně se jehla vrací do základní pozice (3).



Obr. 20 Převěšování – krok 1

#### Krok 2 (obr. 21)

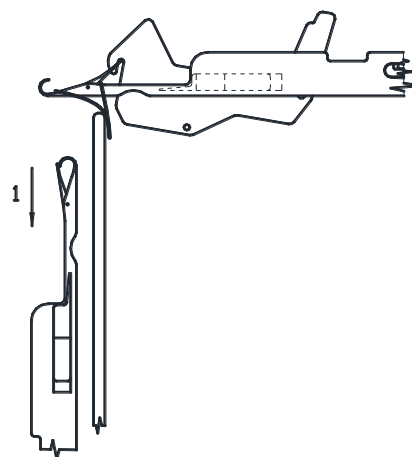
Vysunutí jehly S. L. do uzavírací roviny (1). Očko je shozeno z jazýčku dolů až na vyklenuté převěšovací pero (obr. 3 - str. 13). Pero je vyklenuto tak, aby mezi ním a jehlou byla dostatečná mezera pro průchod jehly druhého lůžka. Jehla H. L. prochází mezi převěšovacím perem a jehlou S. L. do uzavírací polohy (2). Staré očko přepadává na stvol jehly. Po dosažení uzavírací polohy se jehla H. L. vrací do polohy chytové (3), kde se háček jehly nachází pod převěšovacím perem.



Obr. 21 Převěšování – krok 2

#### Krok 3 (obr. 22)

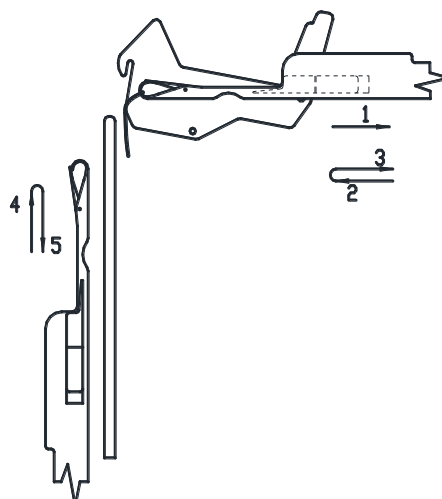
Jehla spodního lůžka klesá do odhazovací roviny (1), očko je převěšeno na jehlu do háčku jehly H. L.



Obr. 22 Převěšování – krok 3

## Krok 4 (obr. 23)

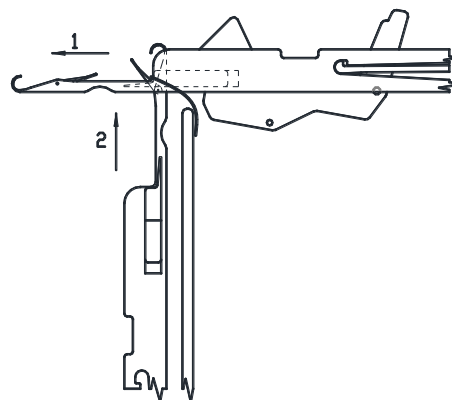
Jehla H. L. přejíždí do odhazovací roviny (1), staré očko přepadá přes očko převěšené. Tvorbě nového oka napomáhá uzavírací platina, která zadrží pleteninu unášenou jehlou při pohybu do odhazovací polohy. Jehla H. L. provádí přímočarý pohyb (2), který končí před chytovou polohou následujícím pohybem zpět (3). Tento dvojitý pohyb jehly je prováděn pro stabilizaci oka po převěšování. Jehla S. L. koná pohyb vzhůru do uzavírací polohy a zpět (4, 5) bez zjevného důvodu. Háček jehly je v uzavřené poloze, tudíž v minulosti zřejmě tímto pohybem přes nožový otevírač docházelo k otevření jazýčku. Momentálně se jedná o mrtvý pohyb.



Obr. 23 Převěšování – krok 4

## Krok 5 (obr. 24)

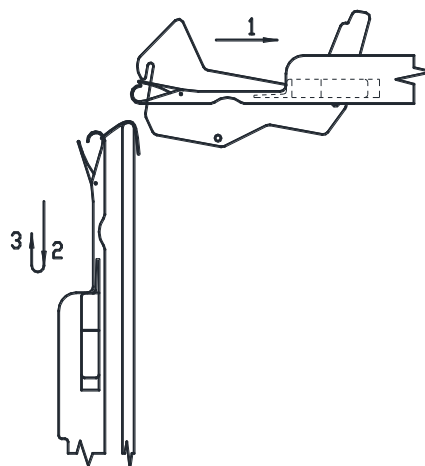
Jehla H. L. je vysunuta do převěšovací polohy (1), očko je shozeno na převěšovací pero. Jehla S. L. je vysunuta do chytové polohy (2) mezi převěšovací pero a jehlu H. L. Jazýček jehly S. L. není při převěšování plně otevřen.



Obr. 24 Převěšování – krok 5

## Krok 6 (obr. 25)

Jehla H. L. je zasunuta do odhazovací roviny (1) a očko je převěšeno na jehlu S. L. Ta je stažena do odhazovací roviny (2) pro vytvoření požadované velikosti oka. Následuje přesunutím jehly do základní polohy (3). Dochází k posunu saní o jednu rozteč dopředu. Poté je přesunuto S. L. taktéž o jednu rozteč dopředu. Na H. L. je volena jehla nová a na S. L. jehla, která již v předchozím případě převěšovala.

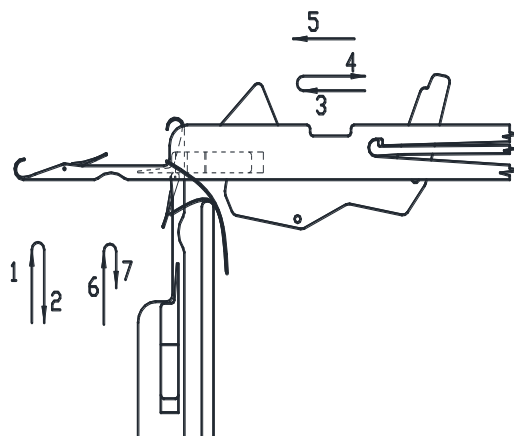


Obr. 25 Převěšování – krok 6



## Krok 7 (obr. 26)

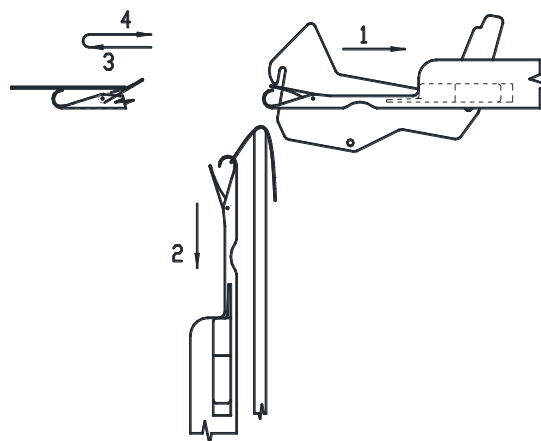
Následuje přímočarý vratný posuv jehly S. L. (1, 2) a poté H. L. (3, 4) do chytové polohy pro otevření jazýčků jehel přízí. Dále dojde k vysunutí jehly H. L. do převěšovací roviny (5). Očko sjede na převěšovací pero. Následuje vysunutí jehly S. L. do uzavírací polohy (6), při němž očko spadne na stvol jehly. Po tomto úkonu jehla přejíždí do chytové polohy (7) pod převěšovací pero.



Obr. 26 Převěšování – krok 7

## Krok 8 (obr. 27)

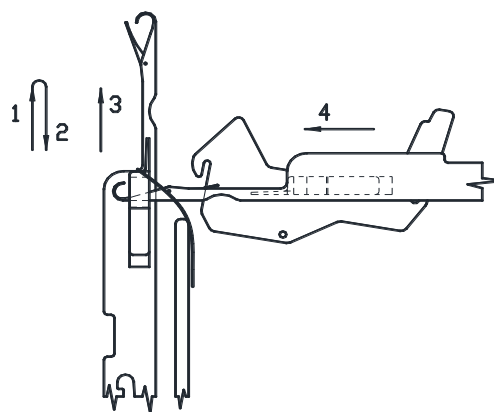
Dalším pohybem je posuv jehly H. L. do základní polohy (1), čímž dojde k převěšení očka. Dále se jehla S. L. zasune do uzavírací polohy (2), kde dochází k převlečení starého očka. Jelikož při převěšování došlo k uzavření jazýčku jehly H. L. je jehla vysunuta (3) a jazýček otevřen přes nožový otevírač jazýčku. Poté je jehla vrácena (4) zpět do základní polohy.



Obr. 27 Převěšování – krok 8

## Krok 9 (obr. 28)

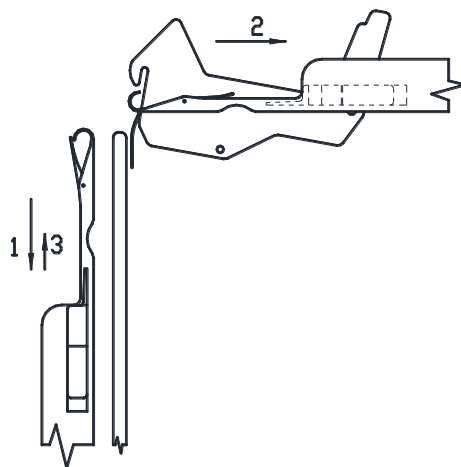
Dochází k vysunutí jehly S. L. (1) do převěšovací polohy s následným stažením jehly (2) do polohy, kdy je přízí uzavřen jazýček jehly, ale očko není odhozeno. Po této operaci je jehla vysunuta do převěšovací polohy (3). Jehla H. L. je přesunuta do chytové polohy (4).



Obr. 28 Převěšování – krok 9

## Krok 10 (obr. 29)

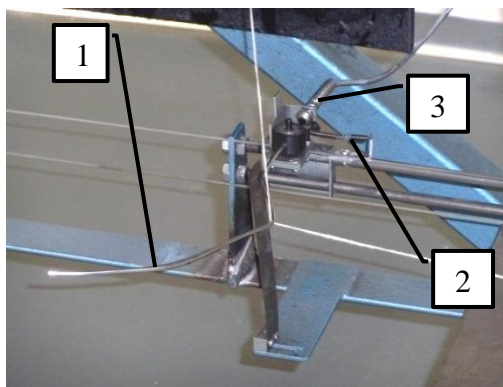
Zasunutím jehly S. L. (1) do odhazovací polohy je očko převěšeno. Následně se jehla H. L. vrátí do základní polohy (2). Předposledním úkonem je pohyb jehly S. L. do základní roviny (3). Nakonec dochází k přesunutí spodního lůžka zpět o jednu rozteč. Celý cyklus deseti kroků se opakuje, až jsou všechny jehly postupně převěšeny. Výsledkem je spojení začátku a konce pleteniny pomocí „řetízku“.



Obr. 29 Převěšování - krok 10

## 2.3.4 Odtah úpletu

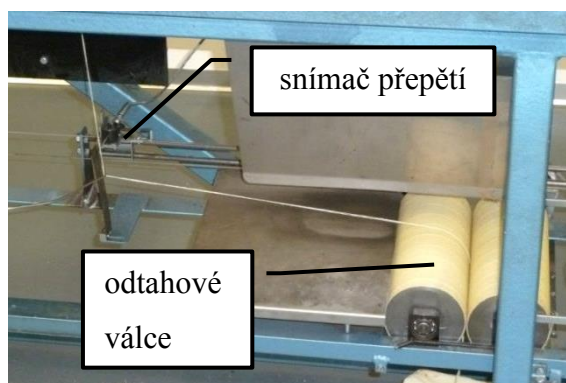
Z jehel před pletením, stejně tak i při vlastním pletení, je příze a s ní i pletenina odtažována přes páku (obr. 30 - 1) pojízdného snímače napětí příze pomocí odtahových válců (obr. 31). Páka snímače napětí je uchycena výkyvně, s přednastaveným tahem pomocí tažné pružiny (obr. 30 - 2).



Obr. 30 Snímač napětí v odtahu

1 - páka snímače; 2 - tažná pružina;

3 - indukční snímač



Obr. 31 Odtah úpletu

Je-li napětí v přízi nedostatečné, páka se vykloní a indukční snímač (obr. 30 - 3) vyšle impuls ke spuštění odtahu a dopnutí příze. V případě převěšování koná snímač napětí navíc posuvný pohyb shodný se saněmi zámek o délku jedné rozteče jehel. Pokud je příze při převěšování povolena a snímač je odstíněn, dochází k opětovnému napnutí odtahovými válci. Po dopletení je úplet odtažen.



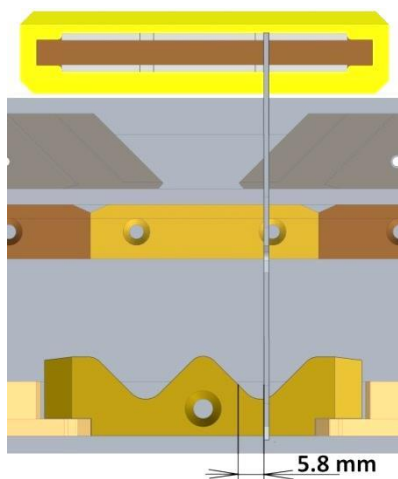
Při přechodu mezi válci, úplet částečně válce oddálí, což je zaznamenáno indukčním snímačem válců jako konec pletacího procesu. Nakonec se snímač napětí vrátí do základní pozice a proces pletení začíná od začátku.

### **3. Stanovení teoretické hranice rychlosti posunu saní k elektronické volbě jehel**

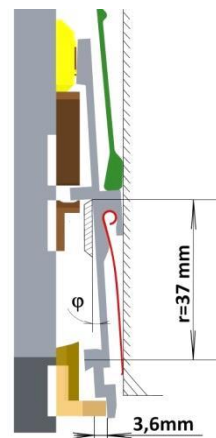
Rychlost zhotovení výrobku na pletacím stroji Elektrokap závisí na rychlosti pletení a na rychlosti spojení konce a začátku pleteniny. Rychlost převěšování je omezena rychlostí, s jakou je možné očka bezpečně převést a počtem nezbytně nutných pohybů při převěšování, kterými se dále zabývá pátá kapitola. Rychlost pletení je závislá na rychlosti přejezdu saní, přičemž tato soustava má 2 úzká místa.

Prvním úzkým místem této soustavy je elektromagnetický volič jehel, který určuje, jakou rychlostí budou moci saně pojíždět, aby byly jehly voleny bez chyb. Bohužel k voliči není dostupná žádná dokumentace, podávající jakékoli informace o rychlosti volby. Po demontáži elektromagnetického zařízení byl na desce řídicí elektroniky objeven Kód STOLL 04,93Bu. Po kontaktování stejnojmenné společnosti bylo zjištěno, že daný elektromagnetický volič je skutečně výrobkem společnosti Stoll, zabývající se výrobou plochých pletacích strojů a přidružených komponent. Konstrukce elektromagnetů s tímto sériovým číslem je přibližně 20 let stará. V případě nového, nepoužitého kusu, elektromagnet bezpečně volí s dělením lůžka E3 až E18, kdy rychlost saní může být až 1m/s. Při současné rychlosti přejezdu saní v průběhu pletení, která dosahuje maximálně 0,768 m/s vidíme jistou rezervu, o kterou je rychlost možné zvýšit.

Druhé úzké místo je při výklonu volicího stopru do základní polohy po odmagnetování. Ze sestavy zámků je možné odměřit vzdálenost mezi místem, kde dochází k odmagnetování pole volicího elektromagnetu (obr. 32) a tedy i uvolnění a odklopení volicího stopru a místem, kde spodní kolénko volicího stopru zapadá do nejnižšího (prostředního) zámku. Jedná se o vzdálenost 5,8 mm. Při maximální rychlosti přejezdu saní 1000 mm/s vychází čas pro vyklonění stopru do základní polohy 5,8 ms. Při najetí spodní částí volicího stopru na zvedač pro možnost přidržení hlavy volicího stopru elektromagnetickým voličem (obr. 33), dojde k vychýlení spodní části volicího stopru o 3,6 mm. Tuto vzdálenost musí stopr překonat za výše zmíněný čas 5,8 ms.



Obr. 32 Místo uvolnění stopru



Obr. 33 Výkyv volicího stopru

Rychlost po odmagnetování jakou se vyklání volicí stopr vlivem síly vyvolané pružinou lze určit pomocí druhé věty impulzové [4], která je matematicky vyjádřena následovně:

$$M_k \cdot dt = I_0 \cdot \omega \quad 3.1$$

kde:

$$d\omega = \frac{d\varphi}{dt} \quad 3.2$$

$$M_k = F_{p-prum} \cdot r \quad 3.3$$

Dále je rovnice 3.1 upravena dosazením vztahů 3.2 a 3.3 :

$$F_{p-prum} \cdot dt = I_0 \cdot \frac{d\varphi}{dt} \quad 3.4$$

$$\int_{t_2}^{t_1} dt = \frac{I_0}{F_{p-prum} \cdot r} \cdot \int_{\varphi_2}^{\varphi_1} d\varphi \quad 3.5$$

$$t_1 = 0 \quad \varphi_1 = 0$$

$$t_2 = t \quad \varphi_2 = \varphi$$

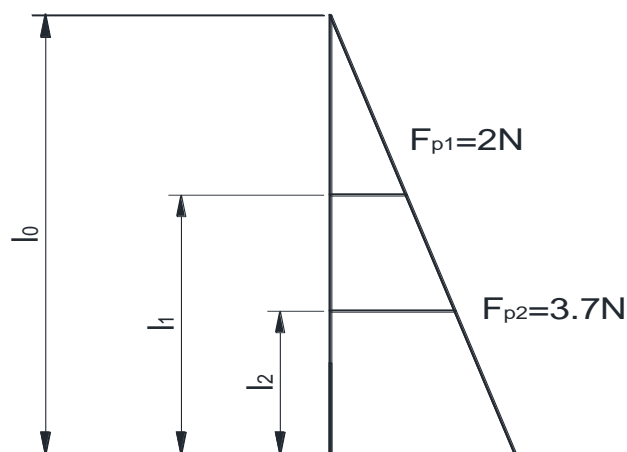
Dosažením počátečních podmínek a následným integrováním vyjde:

$$\frac{1}{2} t^2 = \frac{I_0}{F_{p-prum} \cdot r} \cdot \varphi \quad 3.6$$

Po přeměření pružiny byla získána její charakteristika (obr. 34), z níž byly odečteny síly:

$F_{p1}$  - síla vyvinutá pružinou při základní poloze volicího stopru

$F_{p2}$  – síla vyvinutá pružinou při vyklonění volicího stopru k magnetickému voliči.



Obr. 34 Charakteristika pružiny

Pro výpočet je použita průměrná hodnota zatížení:

$$F_{p-prum} = \frac{F_{p1} \cdot F_{p2}}{2} \quad 3.7$$

$$F_{p-prum} = \frac{2 + 3,7}{2} = 2,85N$$

Rameno, na kterém byla měřena síla pružiny (obr. 33), má velikost  $r=37mm$ .

Hodnota momentu setrvačnosti byla vypočtena v programu Creo z modelu volicího stopru.  $I = 1,694 \cdot 10^{-6} kg \cdot m^2$

Úhel  $\alpha$  při nízkém úhlu můžeme spočítat jako:

$$\alpha = \frac{\text{délka dráhy výkyvu volícího stopru}}{r} \quad 3.7$$

$$\alpha = \frac{3,6}{37} = 0,097 \text{ rad}$$

Po úpravě vztahu 3.5 a následném dosazení vyjde rychlost výkyvu volícího stopru po uvolnění z magnetického voliče:

$$t^2 = \sqrt{\frac{2 \cdot I_0}{F_{p-prum} \cdot r} \cdot \varphi} \quad 3.8$$

$$t^2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,694 \cdot 10^{-6}}{2,85 \cdot 0,037} \cdot 0,097} = 1,77 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

Z porovnání časů je zřejmé, že čas potřebný pro návrat volícího stopru je dostačující a rychlost saní lze na 1m/s zvýšit.

Je důležité si však uvědomit, že současně se zvýšením rychlosti se zvyšují i dynamické účinky při zrychlení či brždění saní působící na stroj, které negativně ovlivňují opotřebení stroje. Tyto účinky je možné korigovat charakteristikami zrychlení a zpomalení motoru, což ale naopak znamená jistou časovou ztrátu z času přejezdu saní. Stejně tak zvýšením rychlostí přejezdů saní se zvyšuje dynamické namáhání příze a tím i množství přetrhů příze. Proto je na zvážení, zda rychlejší přejezd saní a tvorba pleteniny baretu je vhodný vzhledem k výše zmíněným negativním důsledkům s ohledem na stáří stroje.

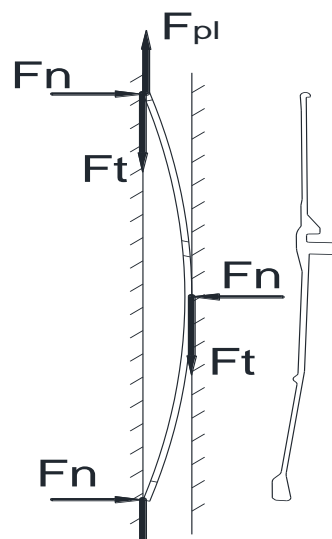
## 4. Určení kritických míst zámkové soustavy s ohledem na spolehlivou funkci stroje

Pro správnou tvorbu pleteniny je důležitý bezchybný chod zámkové soustavy, tedy zámků pro volící a pružné stopry i zámků uzavíracích platin. V současné době jsou známy dva hlavní problémy týkající se zámkové soustavy.

- 1) Lámání kolének pružných stoprů
- 2) Nespolehlivost pohybu uzavíracích platin

### 4.1 Lámání kolének pružných stoprů

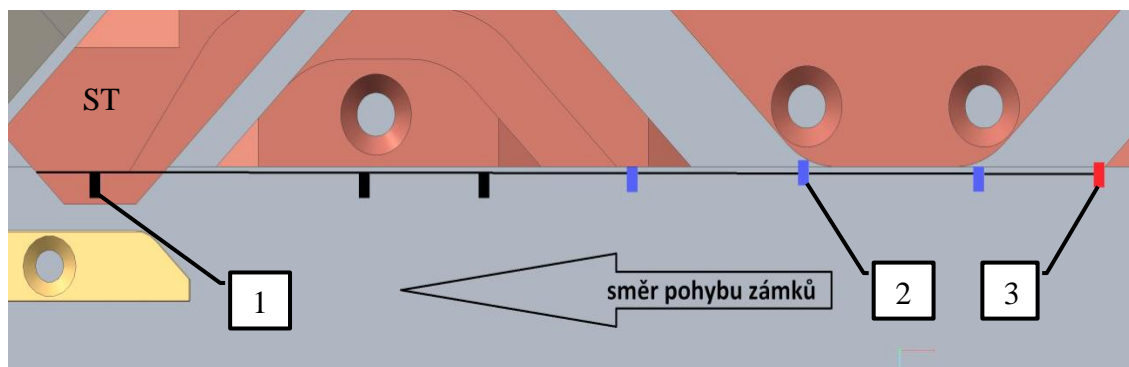
Při pletení na horním (hlavním) lůžku jsou pružné stopry zvedány pomocí ovládacích stoprů do poloh, kde kolénka pružných stoprů dosáhnou na zámkový zvedač (obr. 14). Prostřednictvím zámků jsou stopry za kolénko unášeny a vysunuty do pracovní polohy. Zpět do polohy základní jsou staženy zámkovými stahovači, jejichž hloubku zátahu je možné nastavit. V případě, že pružný stopr prochází pod zámkou v poloze základní (mimopracovní), to znamená, že jehla neplete, setrvává stopr v dané poloze díky třecím silám mezi stoprem a jehelním lůžkem (obr. 35). Protože stopr není rovný, je třecí síla vyvozena předepnutím stopru v drážce.



Obr. 35 Pružný stopr

Napětí v pletenině a tedy i síla, která je přenášena na jehly je dána velikostí oček, tedy hloubkou zátahu jehel přes uzavírací platiny a druhem vzoru, kterým se plete. Při pletení nejsou vždy všechny jehly voleny do chytové nebo uzavírací polohy. Z toho vyplývá, že část pružných stoprů ovládajících jehly prochází pod zámkou. Vlivem tahu pleteniny jsou jehly i s pružnými stopry postupně vytahovány směrem ke třetí řadě zámků. Přečází-li nevolený stopr přes stahovač (obr. 36 - 1), je vše v pořádku, neboť je za kolénko stažen zpět do bezpečné vzdálenosti od zámků. Problém nastává v případě, že se stopr pohybuje mezi oběma stahovači. Postupným vytahováním se kolénko pružného stopru dostane do dráhy zámků (obr. 36 - 2). Zde dochází ke kolizi a kolénko

je uraženo (obr. 36 - 3). Tento nedostatek je částečně způsoben vodorovným posazením hlavního lůžka. U současných plochých pletacích strojů se lůžko konstruuje jako šikmé, kdy proti tahu pleteniny navíc působí tíhová síla jehly se stoprem.



Obr. 36 Vertikální posuv stopru

- 1 - kolénko pružného stopru staženého stahovačem ST (černá barva).
- 2 - kolénko pružného stopru povytaženého pleteninou (modrá barva)
- 3 - kolénko pružného stopru kolidující s hranou zámku (červená barva)

## 4.2 Nespolehlivost zavírání uzavíracích platin

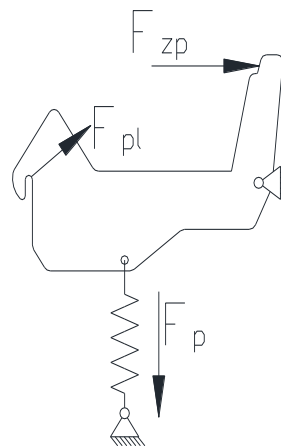
Druhým kritickým místem zámkové soustavy jsou plovoucí zámky pro řízení pohybů uzavíracích platin. Zámky uzavíracích platin jsou unášeny dorazy pohybujícími se společně se zámkovou hlavou.

Uzavírací platiny jsou důležitou součástí pro správnou tvorbu pleteniny a jejich pohyb je synchronizován s tvořící vlnou jehel, viditelnou na obrázku 15 – str. 23. V místě, kde jsou stopry s jehlami vysouvány do pracovních poloh, jsou uzavírací platiny uzavřeny, což napomáhá přesunutí starého oka na jazýček, či stvol jehly. Během kladení nitě do háčků dochází k otevření uzavíracích platin. Po zatažení stopru s jehlou s nakladenou přízí, se pletenina opře o platinu a tím je zajištěno správné přehození starého oka přes hlavu jehly a správné vytvoření oka požadované velikosti. Poté je uzavírací platina stažena pružinou zpět do základní (uzavřené) polohy.

Uzavírací platiny mimo pracovní vlnu jsou v uzavřené poloze, čímž je pletenina přidržována.

Pohyb uzavíracích platin do otevřené polohy prováděný pomocí zámků je bezproblémový. Problém nastává při pohybu platin zpět, kdy je uzavírací platina do základní polohy stahována pružinou (obr. 37). Jelikož pracovní prostředí, ve kterém se stroje nacházejí, je velice prašné, dochází postupem času k zanesení volných míst mezi závity pružin prachem a částčkami přize.

V důsledku zanesení pružiny nevyvodí dostatečnou sílu k pohybu platin zpět. Výměna pružin za nové je neekonomická a časově náročná. Jako nejjednodušší údržba se ukázalo očistit pružiny pomocí plamenu, ale i to je časově náročné a je nutno dávat pozor, aby nedošlo k tepelné úpravě materiálu pružiny a tím k jejímu znehodnocení.



Obr. 37 Uzavírací platina



## 5. Ověření nutnosti zdvojeného posuvu jehel při převěšování

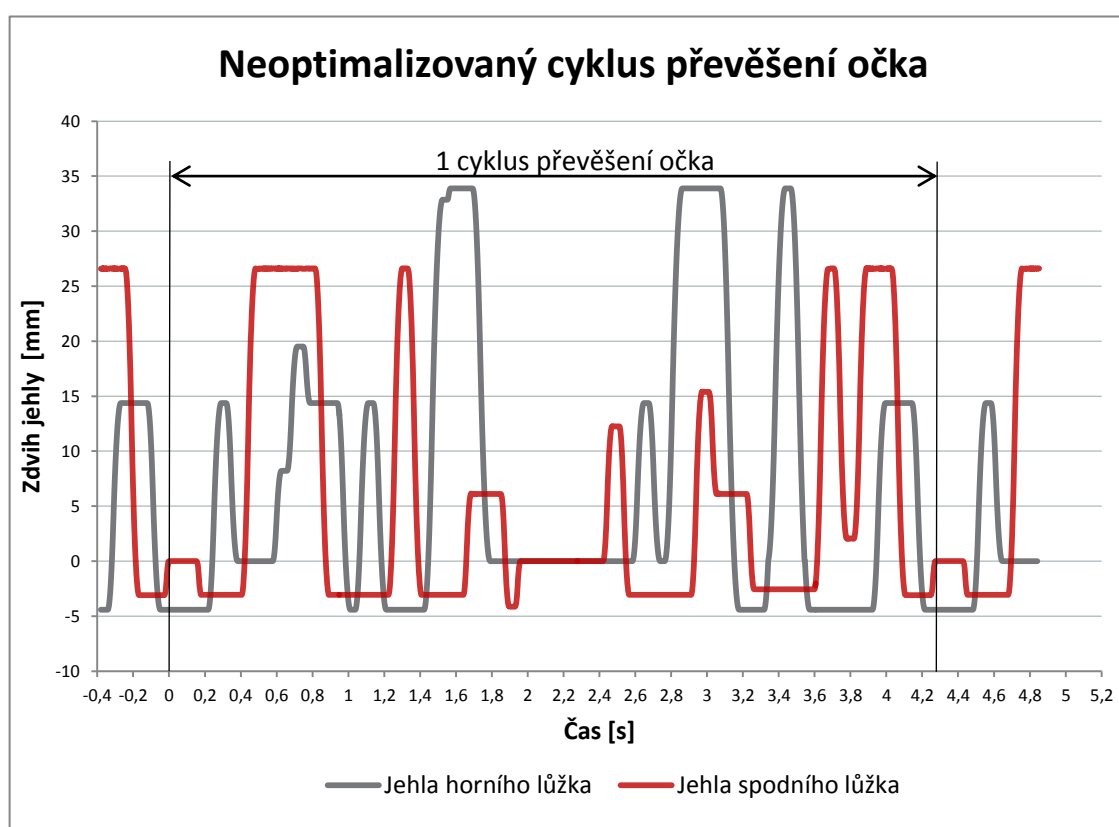
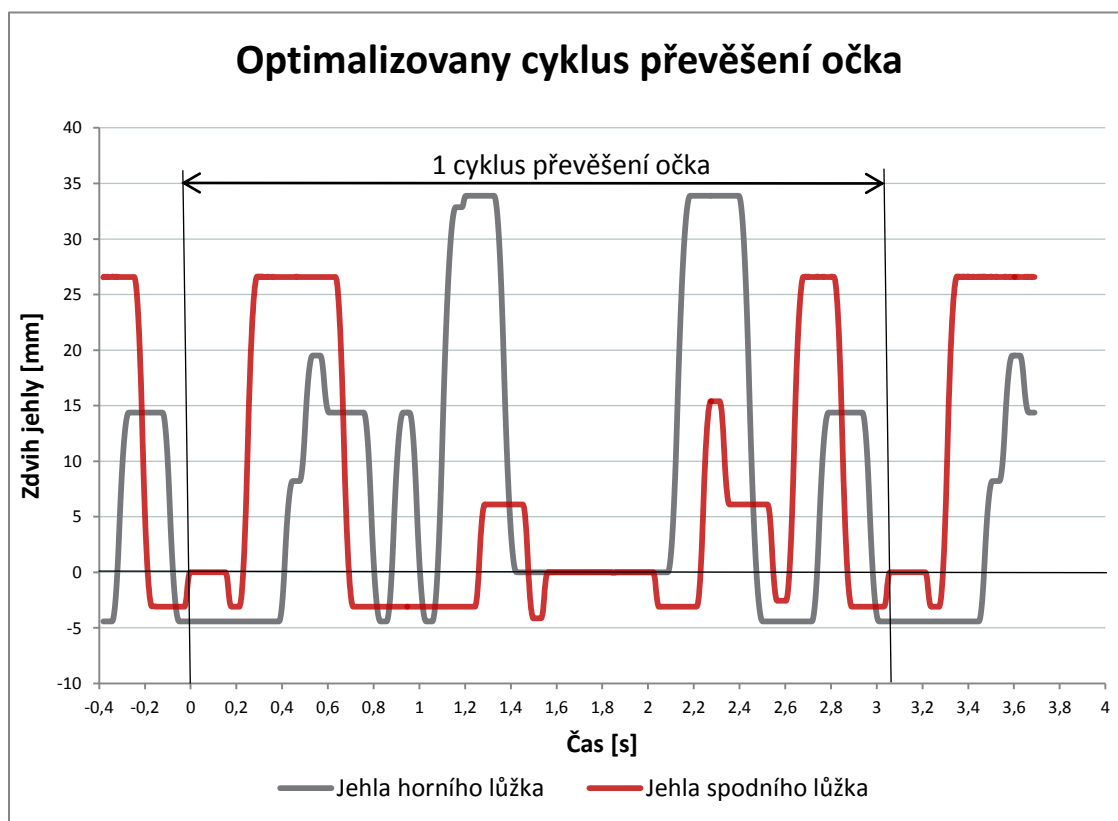
Po rozboru pohybů jehel při převěšování v odstavci 2.3.3 je možné si všimnout posuvů jehel, které by mohly být odstraněny, aniž by zhoršily tvorbu spojovacího řetízku (švu).

Nejprve byl z kroku 4 odstraněn pohyb, který koná jehla spodního lůžka do uzavírací polohy a zpět (4, 5), momentálně bez zjevného důvodu. Ze zpomalených záběrů převěšování při kroku 4 je vidět, že uzavřený jazýček jehly je bez problémů otevřen převěšovaným očkem. Tento pohyb je porovnatelný s pohybem jehly horního lůžka v kroku 8 (pohyb - 3, 4) kdy jehla koná před převěšováním pohyb do uzavírací polohy, čímž je nožovým otevíračem jazýčků otevřen uzavřený jazýček jehly. Výše zmíněný pohyb jehly v kroku 8 byl také odstraněn.

Dále byly odstraněny pomocné pohyby, kdy byla jehla vysunuta do chytové polohy aby došlo k „předotevření“ jazýčku očkem, následované zpětným zasunutím jehly do základní polohy. Až následující pohyb byl přesun jehly do pracovní pozice. Jednalo se o pohyby (2, 3) v kroku 1 a pohyby (1, 3, 4) v kroku 7. Pohyb (2) v kroku 7 – zasunutí jehly pod základní polohu - byl zachován. Bez tohoto pohybu docházelo k nežádoucímu vyhnutí jehly spodního lůžka o převěšovací plech jehly horního lůžka. Nakonec byly odstraněny pohyby (1, 2) v kroku 9, které sloužily k pomocnému přivření oka.

Následně byly pomocí počítače změřeny dráhy jehel v závislosti na čase u jednoho optimalizovaného a neoptimalizovaného cyklu převěšování. Byly vytvořeny grafy závislosti pohybů jehel na čase jednoho cyklu (obr. 28). Neoptimalizovaný cyklus převěšování trval 4,27 s. Optimalizovaný cyklus převěšování trval 3,08 s. Cyklus byl zrychlen o 1,19 s tedy o 27,9%.

Odstraněním všech těchto pohybů se zkrátí čas pro převěšování a zefektivní se výroba. V současnosti je nový cyklus převěšování (s výše zmíněnými vynechanými pohyby) testován na stroji a do této doby je bezproblémový.



Obr. 38 Grafy pohybů jehel v závislosti na čase

## **6. Návrh řešení pro zvýšení spolehlivosti činnosti zámkové soustavy**

Jak bylo popsáno v odstavci 4.1, vlivem tahu v pletenině dochází k povytahování pletacích jehel a tím i pružných stoprů směrem k třetí radě zámků. Následně dochází k uražení kolénka pružného stopru o hranu zámku. Jednou z možností, jak předejít povytahování jehel je zvýšení třecí síly mezi stoprem a platinovým lůžkem. Toho lze dosáhnout zvýšením normálové síly mezi hlavním lůžkem a hlavním stoprem (zvětšením prohnutí stopru). Napětí v pletenině však není stále stejné, ale záleží druhu pleteniny, velikost zatahovaných oček a podobně. Zjištění potřebného ohnutí platiny by proto probíhalo nejspíše metodou pokusu a omylu a bylo by vcelku časově náročné a neefektivní. Vlivem zvýšení třecí síly se následně zvýší i opotřebení lůžek a platin, což by mělo za následek jejich častější výměnu a tedy i snížení efektivity výrobního procesu. Současně narůstá potenciální energie, což znamená zvýšení energetické náročnosti stroje.

Druhou variantou je úprava zámků platin. S ohledem na předchozí možnost se tato varianta jeví jednodušší, efektivnější a proto je pro zamezení lámání kolének použita.

Druhým problémem popsaným v odstavci 4.2 byl problém s nedostatečným zatahováním uzavíracích platin. Tento problém byl opět odstraněn úpravou zámku uzavíracích platin

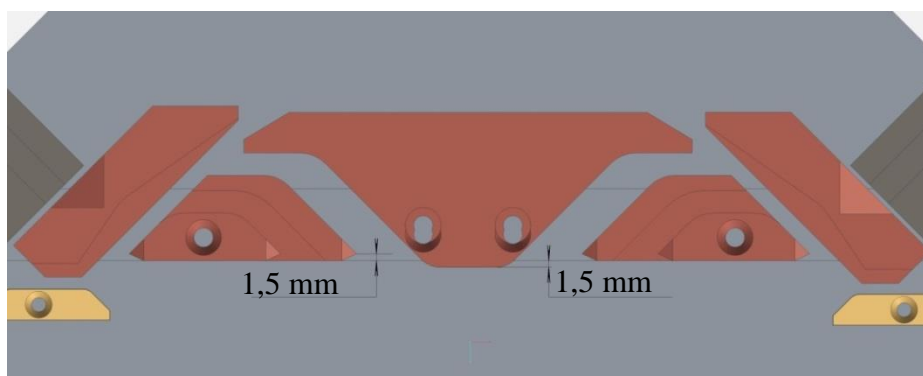
### **6.1 Úprava zámků pro odstranění lámání kolének pružných stoprů.**

Jelikož k zámkům není žádná dostupná dokumentace, před jejich samotnou úpravou, bylo nejprve potřeba rozměry zámků a jejich vzájemnou polohu přeměřit. Pro tento účel byl použit 3D skener, soustava zámků byla naskenována a převedena do digitální podoby. Vzniklé modely stále nebyly pro následující úpravy vhodné, proto byla data v programu Creo proměřena a byly vytvořeny modely, se kterými bylo možné dále jednoduše pracovat.

Ze sestavy zámků hlavního lůžka bylo možné odečíst místo záběru kolénka pružného stopru jež je vysunut stoprem volícím do chytové nebo volící polohy. Po odečtení polohy záběru, byla vytvořena první varianta úpravy zámků.

### 6.1.1 Varianta č. 1

U pravého a levého zvedače byly sraženy všechny spodní hrany a prostřední stahovač byl předsunut o 1,5 mm oproti spodním hranám zvedačů (obr. 39). Při posunu zámkové hlavy dopředu a zpět v případě, že se daný stopr po určitou dobu pohybuje pouze v základní poloze a je vytažen pleteninou směrem k zámkům, je vždy před zvedačem stažen do základní polohy vlivem předsazení prostředního stahovače.



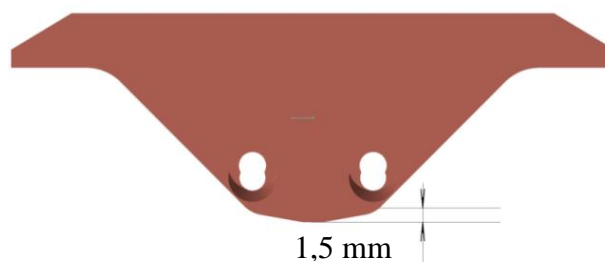
*Obr. 39 První varianta úpravy zámků*

V případě, že je tah pleteniny velký a jehla i přes stažení do základní polohy dokáže pružný stopr vytáhnout kolénkem nad hranu zvedače, aniž by byl pružný stopr následně volen do pracovní polohy, je sražením na zvedači stopr za kolénko stáhnut na spodní hranu zámků. Tím se stopr vyhne uražení kolénka.

Tato varianta byla v praxi odzkoušena a zjistilo se, že vlivem jemnosti a nestejnomyšernosti příze s pevností pohybující se v rozmezí, dle výsledků tahové zkoušky příze od 2,02 N do 3,27 N, docházelo u určitého procenta pletenin k přetržení příze jehlou. Tyto chyby vznikaly u jehel, které po delší dobu nebyly voleny do jedné z pracovních pozic. Po najetí pružného stopru s jehlou na hranu stahovače následovalo jejich prudkému stažení. Po opakovaném stažení jednoho stejného oka následně docházelo k přeseknutí příze.

### 6.1.2 Varianta č. 2

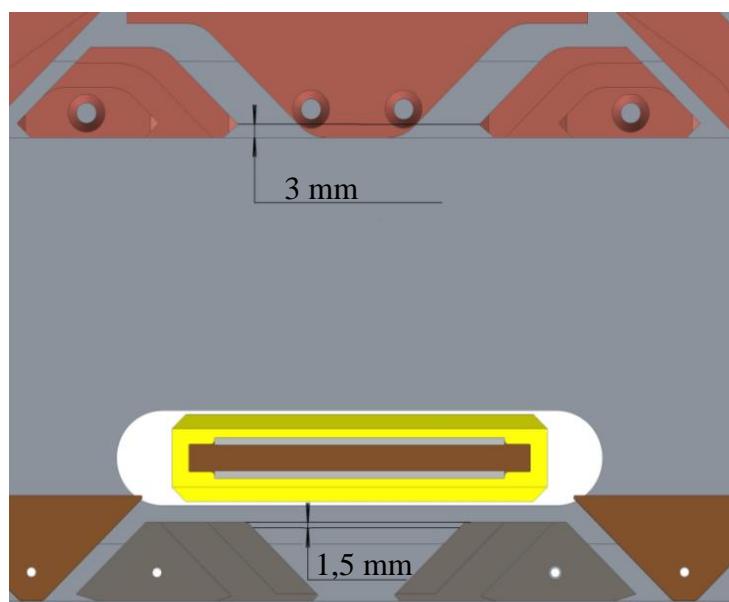
Z výše zmíněného důvodu byla provedena úprava prostředního stahovače, kdy při ponechání hloubky stažení pružného stopru byl upraven jeho nájezdový úhel (obr. 40). Tím se snížila rychlost stahování příze pletací jehlou a tím i rychlost zatěžování příze. S touto úpravou po měsíci zkušebního provozu již nedochází k ulamování kolének pružných platin, proto se tato varianta jeví jako vyhovující.



Obr. 40 Druhá varianta úpravy zámků

### 6.1.3 Varianta č. 3

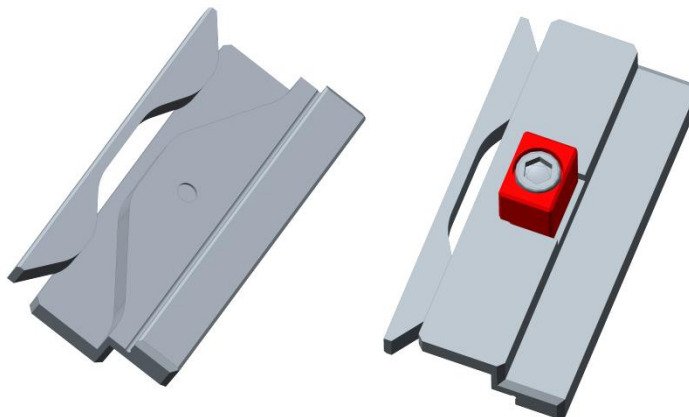
Jako poslední varianta je navržena úprava zámků, která se týká druhé a třetí řady zámků, přesněji řečeno zvedačů těchto řad (obr. 41). Zvedače druhé řady zámků jsou zvýšeny o 1,5 mm, čímž je docíleno vyššího místa záběru kolének pružných stoprů na zvedačích. Následně je možné u těchto zvedačů zvětšit zkosení hran o 1,5 mm. Současně se zvedači je nutné upravit i stahovače druhé řady zámků. Tato varianta je připravená pro případ nasekávání příze při použití druhé varianty.



Obr. 41 Třetí varianta úpravy zámků

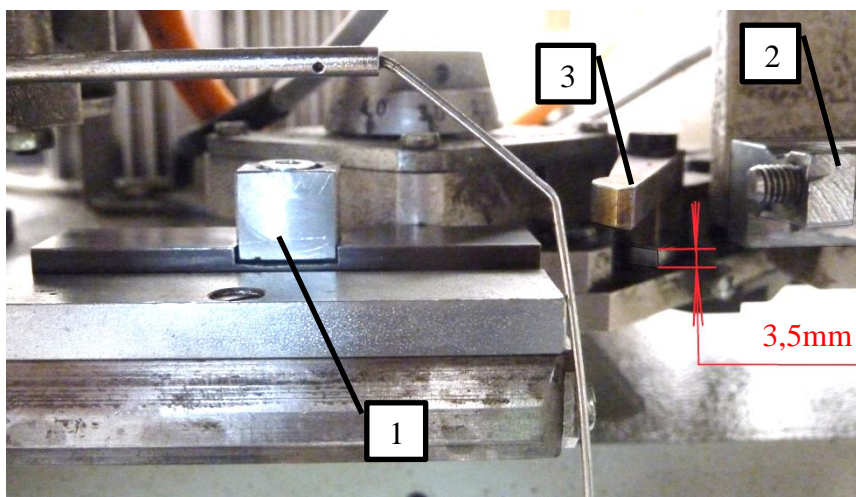
## 6.2 Úprava zámků uzavíracích platin

Před úpravou zámků docházelo k nestejnému, či nedostatečnému stažení uzavíracích platin do uzavírací polohy vlivem zanešení, prasknutí nebo nepřítomností tažných pružin. Správné funkce uzavíracích platin se dosáhlo úpravou zámků přidáním stahovače (obr. 42). Uzavírací platiny jsou otevírány zvedačem a do základní polohy opět stahovány stahovačem, čímž je zajištěno rovnoměrné zatažení očka pleteniny. Funkci odtahu v uzavírací poloze zabezpečují zbylé funkční pružiny.



Obr. 42 Nový zámek uzavíracích platin

Spolu se zámkem uzavíracích platin bylo nutné tvarově upravit i oba koncové dorazy (obr. 43), které následně byly spolu zaměněny. To znamená, že levý doraz byl vyměněn za pravý. Navíc musely být podloženy pákové unašeče o 3,5 mm.



Obr. 43 Úprava dorazů a unašeče

1 - nový zámek uzavíracích platin; 2 - upravený a zaměněný (původně levý) doraz;  
3 - podložený pákový unašeč

## **Závěr**

Výsledek diplomové práce se skládá ze dvou hlavních částí. V první části jsou popsány základní uzly stroje a jejich funkce při pletení. V této části je detailně popsán princip volby stoprů a jehel do pracovních pozic pomocí elektromagnetického voliče. Současně je popsán jednotlivý posuv jehel při spojování konce a začátku pleteniny.

V druhé části diplomové práce jsou popsány důvody lámání kolének pružných stoprů a následně navrženy tři varianty úpravy zámků, které lámání kolének stoprů odstraňují. První dvě varianty byly odzkoušeny v praxi. První varianta se ukázala jako nevyhovující. Druhá varianta po jednom měsíci zkušebního provozu zcela splňuje svoji funkci. To znamená, že již dále nedochází k lámání kolének pružných stoprů. Třetí varianta je prozatím připravena jako záložní.

Mimo zámků pružných stoprů prošel úpravou i zámek platin, který má zabezpečit řádné stažení uzavíracích platin do uzavírací polohy. Zámek je nyní ve zkušebním provozu.

V praktické části jsou dále mimo jiné navrhnuty úpravy nadbytečných posuvů jehel při spojení konce a začátku pleteniny, které vedou k urychlení procesu převěšování oproti původnímu cyklu převěšování o 27,9%. V této části je také popsána možnost zvýšení rychlosti posuvu saní až do rychlosti 1 m/s. Je nutno zvážit, zda je to vhodné vzhledem ke stáří stroje a jeho částí a vzhledem k zvýšení přetrhů v pletenině s ohledem na nízkou pevnost a nerovnoměrnost příze.



## Seznam použité literatury

- [1] Ing. Jaroslav Kopal CSc.: Pletařské, proplétací a splétací stroje 1. část – Technická universita v Liberci, 2006
- [2] Ing. Jaroslav Kopal CSc.: Pletařské, proplétací a splétací stroje 2. část – Technická universita v Liberci, 2007
- [3] Návod k obsluze a seřízení automatu pro pletení baretů – Elektrocap 1
- [4] Prof. Ing. Michael Valášek, DrSc., Ing. Václav Bauma, CSc., doc. Ing. Zbyněk Šika Ph.D. – Mechanika B – České vysoké učení technické v Praze, 2006

## Seznam obrázků

Obr. 1 Plochý pletací stroj .....	11
Obr. 2 Saně a jehelní lůžka .....	12
Obr. 3 Jehly a stopry .....	13
Obr. 4 Princip tvorby oka.....	14
Obr. 5 Zámková soustava .....	15
Obr. 6 Zámky vedlejšího lůžka.....	15
Obr. 7 Zámky hlavního lůžka .....	16
Obr. 8 Zámek platin .....	16
Obr. 9 Převěšovací jednotky .....	17
Obr. 10 Zarážka přepětí příze .....	19
Obr. 11 Brzdičky a švihadla .....	19
Obr. 12 Elektromagnetická volba jehel .....	20
Obr. 13 Elektromagnetický volič.....	21
Obr. 14 Pracovní cyklus zámků .....	22
Obr. 15 Uzavírací platiny.....	23
Obr. 16 Řemínkový odtah.....	24
Obr. 17 Ozubená platina .....	24
Obr. 18 Dorazy zámku uzavíracích platin .....	24
Obr. 19 Otevírače jazýčků jehel .....	25
Obr. 20 Převěšování – krok 1 .....	27
Obr. 21 Převěšování – krok 2 .....	27
Obr. 22 Převěšování – krok 3 .....	27
Obr. 23 Převěšování – krok 4 .....	28
Obr. 24 Převěšování – krok 5 .....	28
Obr. 25 Převěšování – krok 6 .....	28
Obr. 26 Převěšování – krok 7 .....	29
Obr. 27 Převěšování – krok 8 .....	29
Obr. 28 Převěšování – krok 9 .....	29
Obr. 29 Převěšování – krok 10 .....	30
Obr. 30 Snímač napětí v odtahu.....	30
Obr. 31 Odtah úpletu .....	30

Obr. 32 Místo uvolnění stopru .....	33
Obr. 33 Výkyv volícího stopru .....	33
Obr. 34 Charakteristika pružiny.....	34
Obr. 35 Pružný stopr .....	36
Obr. 36 Vertikální posuv stopru .....	37
Obr. 37 Uzavírací platina.....	38
Obr. 38 Grafy pohybů jehel v závislosti na čase .....	40
Obr. 39 První varianta úpravy zámků .....	42
Obr. 40 Druhá varianta úpravy zámků.....	43
Obr. 41 Třetí varianta úpravy zámků.....	43
Obr. 42 Nový zámek uzavíracích platin .....	44
Obr. 43 Úprava dorazů a unašeče .....	44

## Seznam příloh

**Příloha 1.** Tvorba prvního řádku pleteniny (záchyty)

**Příloha 2.** Tahová zkouška příze

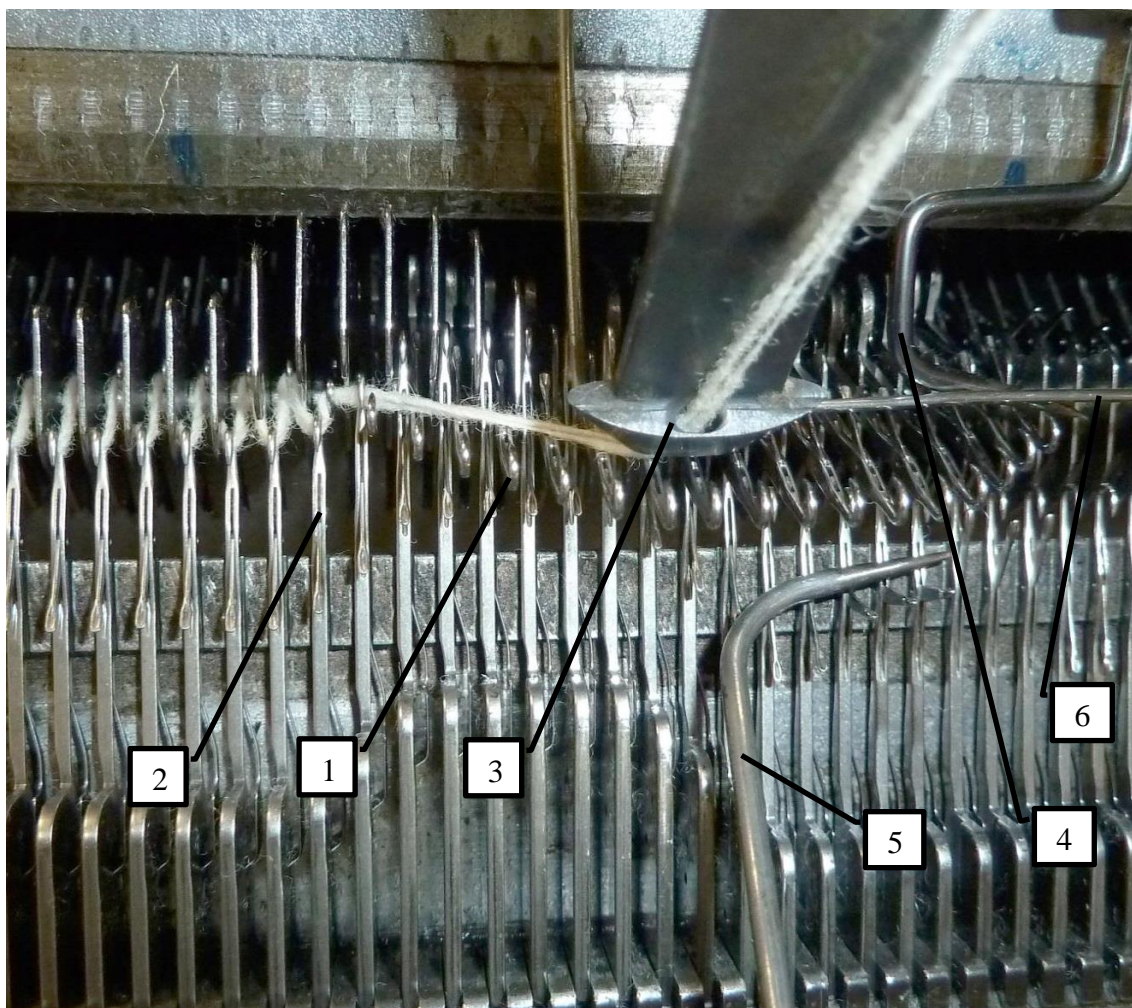
**Příloha 3.** Původní rozměrové rozmístění zámků

**Příloha 4.** Varianta č. 2

**Příloha 5.** Výkresová dokumentace

**Příloha 6.** Vybrané modely dílů ve formátu \*.step pro možnost CNC  
obrábění – přiloženo na CD

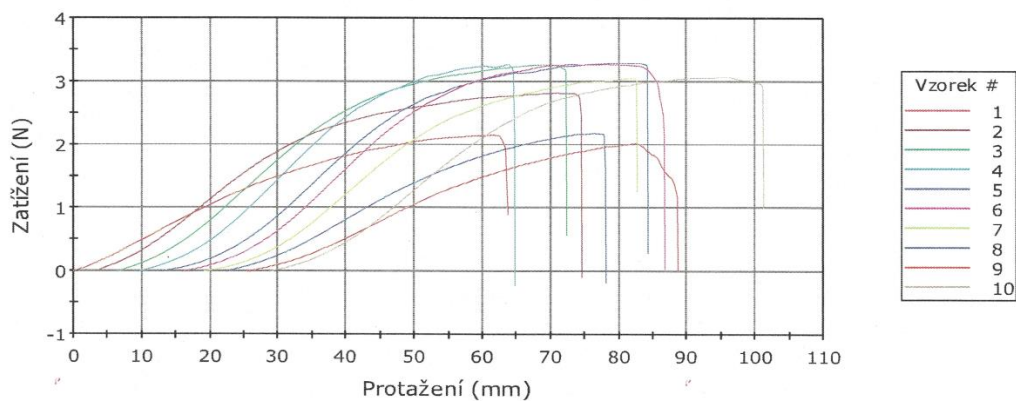
## Příloha 1. Tvorba prvního řádku pleteniny (záchyty)



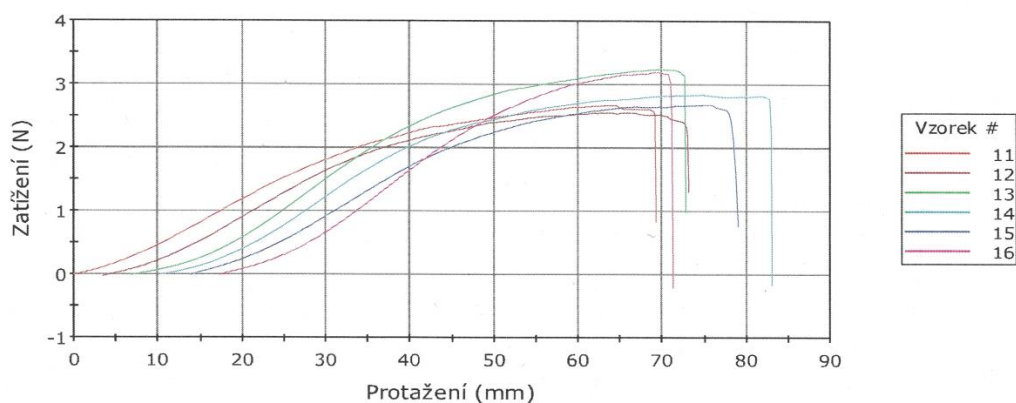
- 1 - jehly hlavního (horního) lůžka vysouvány pomocí pružných a volících stoprů, volených elektromagnety*
- 2 - jehly vedlejšího lůžka přímo ovládány pomocí výklopných zámků*
- 3 - vodič příze*
- 4 - jehlový otevírač jazýčků jehel hlavního (horního) lůžka*
- 5 - jehlový otevírač jazýčků jehel vedlejšího (spodního) lůžka*
- 6 - zajišťovací drát bránící náhodnému uzavření jazýčků jehel hlavního lůžka*

## Příloha 2. Tahová zkouška příze

Vzorek 1 až 10



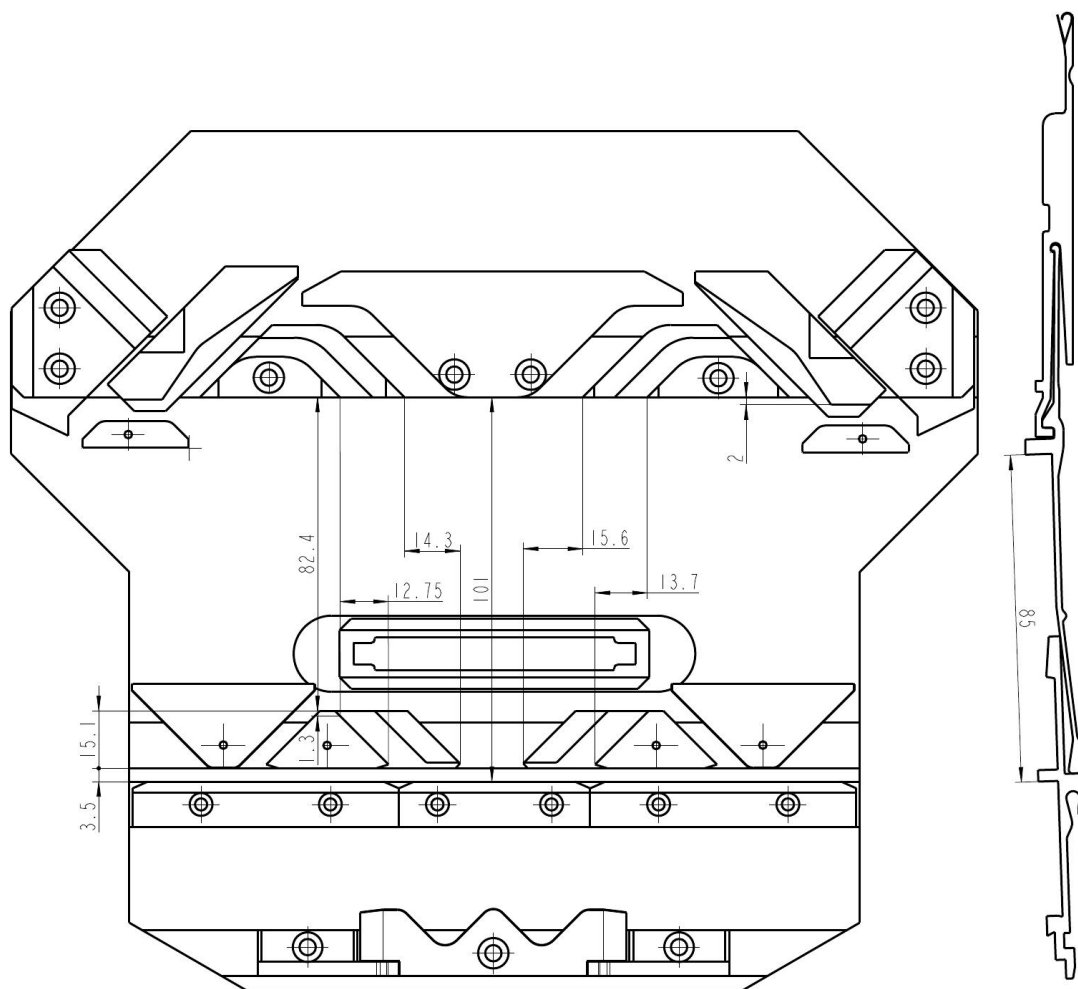
Vzorek 11 až 16



	Maximální Protažení (mm)	Max Sila (N)	Energie při Maximální Tahové napětí (mJ)	Modul (Automatický Youngův modul pružnosti) (gf/tex)	Čas při Maximální Tahové napětí (sec)
1	63,68	2,16	83,87	58,567	21,750
2	71,34	2,82	126,31	88,004	23,800
3	65,95	3,26	129,02	100,250	22,350
4	55,18	3,27	102,56	110,198	19,150
5	71,48	3,29	135,31	103,391	23,800
6	70,77	3,27	105,80	105,400	20,200
7	63,55	3,05	111,90	96,024	22,000
8	55,76	2,18	67,21	62,887	19,100
9	63,12	2,02	64,06	55,211	20,000

	Maximální Protažení (mm)	Max Sila (N)	Energie při Maximální Tahové napětí (mJ)	Modul (Automatický Youngův modul pružnosti) (gf/tex)	Čas při Maximální Tahové napětí (sec)
10	72,45	3,07	129,13	91,529	23,850
11	69,22	2,67	105,70	73,510	22,550
12	69,63	2,56	95,10	78,446	21,300
13	65,82	3,24	118,75	98,125	22,050
14	72,61	2,84	116,10	93,513	22,750
15	65,10	2,68	104,58	82,640	21,750
16	53,90	3,19	93,08	103,894	18,350

### Příloha 3. Původní rozměrové rozmístění zámků





**Příloha 4. Varianta č. 2**

